Jurnal Fakultas Teknik
Universitas Muhamadiyah Parepare
Vol. xx No. xx, 2025

Rancang Bangun Jendela Otomatis Adaptif Terhadap Kondisi Lingkungan Berbasis Sensor Hujan Dan Cahaya

Muh. Syahril Mubaraq A. Taufan[1*], Andi Muhammad Syafar[2], Muhammad Zainal[3]

[1]*Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*
[2]*Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*
[3]*Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*
**Email : @aribampuemail.com*

Abstract: Windows play an important role in regulating indoor air circulation and providing natural lighting. However, in most cases, window operation is still performed manually by the building occupants. This often leads to several issues, especially during sudden rainfall or excessively hot and sunny weather. The development of Internet of Things (IoT) technology enables household devices to be controlled automatically and remotely. This study aims to designs and develops an automatic window system based on an ESP32 microcontroller integrated with a rain sensor, and a BH1750 light sensor. The system is designed to detect weather conditions in real time to control a linear actuator as the window's open–close mechanism. The operating principle is that the window will open automatically when the measured light intensity exceeds 50 lux, while the highest priority for closing the window is given to rainy conditions. In implementation, the rain sensor detects the presence of water to determine whether it is raining or not, the BH1750 light sensor measures light intensity to identify bright, dim, or dark conditions, and the DHT22 sensor monitors air temperature. The collected sensor data is displayed on a 16×2 LCD and sent to the user via Telegram notifications. Testing was carried out to verify sensor reading accuracy, actuator response speed, and system stability under various weather conditions. The test results show that the system operates as designed. Therefore, this system can assist users in monitoring and controlling home windows automatically, while also improving comfort and safety, particularly during sudden rainfall.

Keywords*:* Automatic Window, ESP32, BH1750, DHT22, I2C LCD, Telegram, IoT.

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, jendela memiliki peran penting sebagai pengatur sirkulasi udara dan pencahayaan alami di dalam ruangan. Namun, pada umumnya pengoperasian jendela masih dilakukan secara manual oleh penghuni bangunan. Hal ini seringkali menimbulkan beberapa kendala, terutama dalam situasi saat turun hujan secara tiba-tiba atau saat cuaca terlalu panas dan terik. Secara umum, jendela memiliki peran penting dalam mengatur sirkulasi udara dan pencahayaan alami di dalam ruangan. Namun, sistem buka-tutup jendela yang masih dilakukan secara manual memiliki sejumlah kelemahan, seperti risiko masuknya air hujan saat penghuni lupa menutup jendela, atau peningkatan suhu ruangan akibat paparan sinar matahari berlebih (Fitriyah dkk., 2024). Hal ini tidak hanya mengganggu kenyamanan, tetapi juga dapat menyebabkan pemborosan energi, misalnya dalam penggunaan pendingin ruangan. Dengan memanfaatkan sensor hujan dan sensor cahaya, jendela dapat dirancang untuk membuka dan menutup secara otomatis.

Dalam konteks ini, sistem jendela otomatis merupakan salah satu inovasi yang dapat memberikan manfaat praktis, terutama dalam hal kenyamanan dan perlindungan terhadap kondisi cuaca (Arsyad & Rohmah,(2022). Muncul kebutuhan akan sistem jendela yang dapat bekerja secara otomatis dan adaptif terhadap perubahan lingkungan, seperti intensitas cahaya dan curah hujan, tanpa perlu campur tangan pengguna secara langsung. untuk itu ide rancang bangun jendela otomatis adaptif terhadap kondisi lingkungan berbasis sensor hujan dan Cahaya bisa digunakan. Sensor hujan berfungsi untuk mendeteksi adanya air hujan dan memberikan sinyal kepada sistem untuk menutup jendela secara otomatis. Sedangkan sensor cahaya digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari, sehingga sistem dapat menyesuaikan posisi jendela berdasarkan tingkat pencahayaan, misalnya menutup jendela saat sinar matahari terlalu terang untuk menjaga kenyamanan dan mengurangi panas berlebih. Untuk mengolah data dari kedua sensor tersebut, digunakan mikrokontroler seperti Arduino yang akan memproses input dan menggerakkan aktuator (motor) untuk membuka atau menutup jendela (Baco, 2024).

Sistem ini diharapkan mampu bekerja secara responsif dan efisien, serta dapat diaplikasikan pada rumah-rumah modern sebagai bagian dari sistem otomasi bangunan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem jendela otomatis berbasis sensor hujan dan sensor cahaya, dengan tujuan utama meningkatkan kenyamanan penghuni serta efisiensi penggunaan energi dalam bangunan

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan untuk membuat rancang bangun jendela otomatis adaptif terhadap kondisi lingkungan berbasis sensor hujan dan cahaya. Sistem dirancang untuk dapat secara otomatis mengendalikan buka dan tutup jendela berdasarkan respon lingkungan sekitar melalui sensor cahaya dan sensor hujan.

2.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare, dengan durasi pelaksanaan selama januari 2025 – juni 2025.

2.3 Alat Dan Bahan

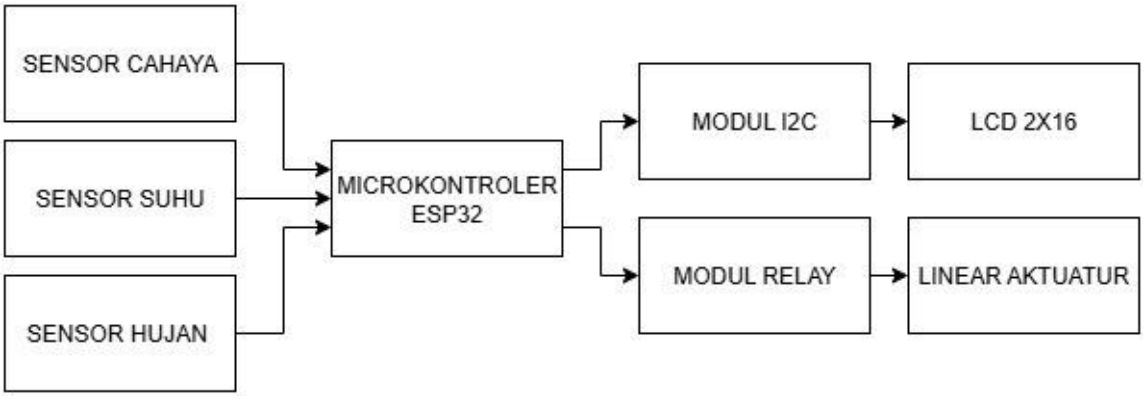
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari berbagai komponen elektronik yang dirancang untuk mendeteksi hujan dan intensitas cahaya. Komponen-komponen tersebut dirinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Nama Komponen	Spesifikasi / Fungsi
1	ESP32	Mikrokontroler sebagai pusat kendali sistem.
2	Sensor Hujan	mendeteksi adanya tetesan air
3	Sensor Cahaya	Mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux.
4	Relay	Mengendalikan linear actuator
5	*Linear Actuator*	Aktuator untuk membuka dan menutup jendela.
6	*Buck Converter*	Sebagai penurun tegangan dari power supply
7	Sensor Suhu	Mengukur suhu dan kelembapan
8	LCD I2C 16x2	Menampilkan data suhu, kondisi hujan, dan intensitas cahaya secara real-time.
9	Breadboard & Kabel Jumper	Media koneksi antar komponen elektronika.
10	Power Supply	Menyediakan sumber tegangan stabil untuk Esp32, sensor, dan aktuator.
11	Jendela geser	Jendela untuk simulasi penelitian

2.4 Rancangan Penelitian

Blok diagram yang dirancang pada penelitian ini menjelaskan hubungan antar komponen utama, mulai dari input berupa sensor, proses pengolahan data oleh mikrokontroler, hingga output berupa aktuator dan tampilan informasi pada LCD. Sistem dirancang untuk mendeteksi suhu, kelembapan, kondisi hujan serta intensitas cahaya secara otomatis, kemudian memberikan respon berupa menggerakkan actuator untuk membukan dan menutup jendela. Blok diagram ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram

Blok diagram pada Gambar 1 memperlihatkan hubungan antar komponen utama yang membentuk sistem. Permasalahan utama yang ingin diatasi adalah kondisi jendela yang masih sering dikendalikan secara manual. Sistem otomatisasi jendela ini dimulai, yaitu ketika perangkat dinyalakan dan masuk ke proses inisialisasi. Pada tahap ini, mikrokontroler mengenali serta menyiapkan seluruh komponen yang digunakan, seperti sensor cahaya BH1750, sensor hujan, dan motor penggerak jendela. Setelah inisialisasi selesai, sistem akan membaca nilai intensitas cahaya lingkungan dalam satuan lux, kemudian dilanjutkan dengan pembacaan sensor hujan untuk mendeteksi adanya tetesan air. Berdasarkan hasil pembacaan sensor, sistem melakukan pengambilan keputusan. Jika sensor hujan mendeteksi air, maka jendela akan ditutup secara otomatis untuk mencegah air hujan masuk ke dalam ruangan. Jika hujan tidak terdeteksi, sistem akan memeriksa kembali nilai intensitas cahaya. Apabila cahaya terdeteksi terang (lebih dari 50 lux), maka jendela akan dibuka otomatis untuk mendukung sirkulasi udara dan pencahayaan alami. Sebaliknya, jika cahaya redup atau gelap, jendela akan tetap atau kembali tertutup, misalnya pada malam hari atau saat mendung. Setelah setiap siklus keputusan, sistem akan menunggu selama 5 detik sebelum mengulangi proses pembacaan sensor. Proses ini berlangsung terus-menerus selama perangkat beroperasi, sehingga posisi jendela selalu menyesuaikan dengan kondisi cuaca dan pencahayaan secara real-time.

2.5 Teknik Pengambilan Data

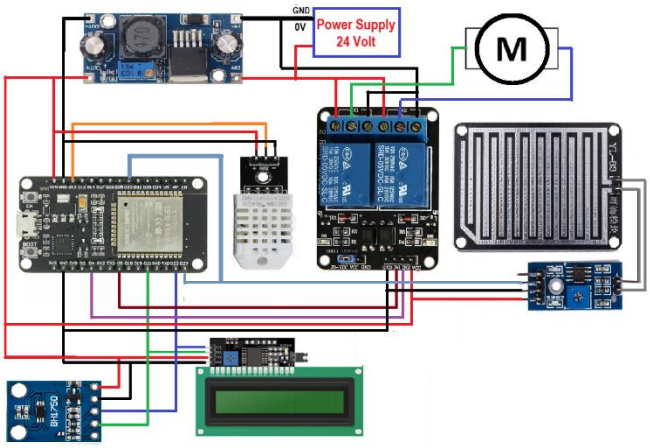
Tahap validasi dan kalibrasi sensor dilakukan untuk memastikan bahwa sensor yang digunakan memenuhi spesifikasi yang diperlukan dan berfungsi dengan benar dalam kondisi yang diinginkan. Tujuan utama dari tahap ini adalah agar sensor dapat memberikan hasil data yang akurat dan konsisten. Selanjutnya dilakukan pengujian blok diagram untuk mempermudah analisis sistem. Pengujian ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu pengujian sensor untuk memastikan sensor mengukur dengan akurat dan mengirimkan data yang benar, pengujian ketepatan buka atau tutup jendela sesuai dengan kondisi cuaca, pengujian logika pemrograman pada respon otomatis alat, serta pengujian kegunaan alat untuk memastikan alat beroperasi dengan baik. Setelah semua pengujian pada setiap blok selesai, dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh sub-blok diagram telah terintegrasi dengan baik dan sistem dapat menjalankan tugas sesuai dengan rancangan. Pengujian sistem dilakukan dengan memeriksa setiap jenis masukan dan memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan di seluruh rancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras, komponen utama disusun dan diintegrasikan seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem menggabungkan tiga sensor utama (sensor hujan, BH1750, dan DHT22), modul LCD, serta aktuator linier yang dikendalikan melalui driver/relay, dengan pusat kendali menggunakan ESP32 yang juga menangani komunikasi ke Telegram. Rangkaian ini memungkinkan sistem bekerja otomatis: jendela menutup saat hujan atau kondisi gelap, dan terbuka saat terang serta tidak hujan.

Semua status dan data sensor ditampilkan pada LCD dan dikirim ke Telegram secara berkala, sehingga sistem menjadi andal, efisien, dan dapat dipantau dari jarak jauh.



Gambar 2. Rangkaian Perangkat Keras

Sistem otomatisasi jendela ini terdiri dari beberapa komponen utama yang terintegrasi. Sensor hujan berbasis LM393 terhubung ke GPIO 23 ESP32 dan menghasilkan sinyal LOW saat hujan serta HIGH saat tidak hujan, menjadi penentu utama penutupan jendela. Sensor cahaya BH1750 menggunakan protokol I2C (SDA GPIO 21, SCL GPIO 22) untuk membaca intensitas cahaya dalam lux, dengan data yang dikalibrasi menggunakan lux meter. Sensor DHT22 pada GPIO 13 memantau suhu dan kelembapan yang ditampilkan pada LCD dan dikirim ke Telegram sebagai informasi tambahan.

Hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD I2C 16x2 yang berbagi jalur dengan BH1750. Jendela digerakkan oleh linear aktuator yang dikendalikan melalui relay atau H-Bridge pada GPIO 4 dan GPIO 5 dengan catu daya DC 12V terpisah. Seluruh proses dikontrol ESP32 yang juga terhubung ke WiFi untuk mengirim notifikasi status jendela melalui Telegram menggunakan library **UniversalTelegramBot**. Sistem dilengkapi interrupt pada GPIO 33 untuk memicu respon cepat jika kondisi berubah mendadak. Realisasi fisik perangkat ditunjukkan pada Gambar 3.

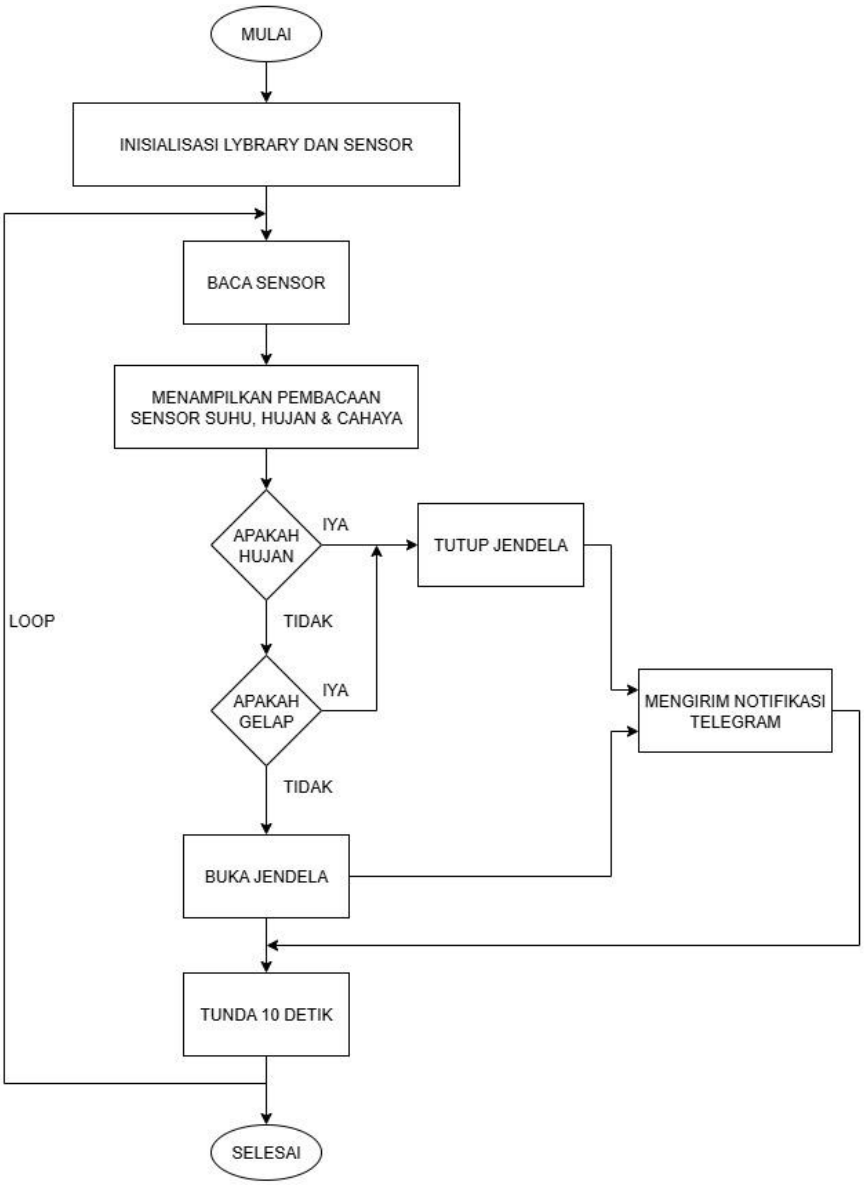


Gambar 3. Realisasi Perangkat Keras

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak untuk rancang bangun jendela otomatis adaptif terhadap kondisi lingkungan berbasis sensor hujan dan cahaya menggunakan *software* Arduino IDE bertujuan untuk mengontrol perangkat keras, seperti sensor hujan, sensor cahaya,

sensor suhu, linear aktuator, dan LCD I2C melalui instruksi dalam program yang disimpan pada mikrokontroller. Barisan kode program yang dihasilkan akan di tanamkan *(upload)* pada perangkat esp32. hingga pengambilan keputusan untuk mengaktifkan actuator sesuai kondisi yang terdeteksi. Selain itu, flowchart juga menunjukkan proses penampilan informasi suhu, kelembapan, hujan dan intensitas cahaya pada LCD I2C 16x2 secara real-time. Dengan alur ini, sistem dirancang agar mampu bekerja otomatis, responsif, dan efisien Diagram alir sistem ditunjukkan pada Gambar 4.



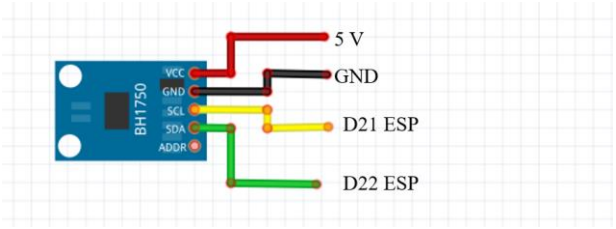
Gambar 4. Diagram Alir Sistem.

Pada Gambar 4, sistem otomatisasi jendela bekerja mulai dari proses inisialisasi saat perangkat dinyalakan. Pada tahap ini, mikrokontroler mengenali dan mengaktifkan seluruh komponen, termasuk sensor cahaya BH1750, sensor hujan, dan motor penggerak jendela. Setelah inisialisasi, sistem membaca intensitas cahaya dalam satuan lux dan memeriksa sensor hujan untuk mendeteksi keberadaan air. Berdasarkan hasil pembacaan, sistem mengambil keputusan: jika terdeteksi hujan, jendela otomatis menutup untuk mencegah air masuk; jika tidak hujan, sistem memeriksa intensitas cahaya. Bila cahaya melebihi 50 lux, jendela terbuka untuk meningkatkan sirkulasi udara, sedangkan pada kondisi redup atau gelap jendela tetap tertutup, seperti pada

malam hari atau cuaca mendung. Setelah satu siklus keputusan, sistem berhenti selama 10 detik sebelum membaca sensor kembali. Proses ini berlangsung terus-menerus sehingga posisi jendela selalu menyesuaikan kondisi cuaca dan pencahayaan secara real-time.

3.3 Pengujian Sensor Cahaya

Pengujian sensor cahaya dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan sensor BH1750 Proses pengambilan data dilakukan dengan menempatkan sensor cahaya pada posisi yang sama dengan arah pencahayaan alami untuk memastikan hasil pembacaan yang akurat. Pengujian dilakukan dalam tiga kondisi pencahayaan berbeda, yaitu terang, redup, dan gelap. Kondisi terang diperoleh dari pencahayaan matahari langsung atau lampu dengan intensitas penuh, sedangkan kondisi redup dicapai dengan mengurangi intensitas cahaya menggunakan penutup sebagian. Kondisi gelap diuji dengan menutup sepenuhnya sumber cahaya agar sensor membaca intensitas paling rendah. Setiap kali terjadi perubahan kondisi cahaya, sistem otomatis merespons dengan membuka atau menutup jendela, kemudian tampilan LCD menampilkan nilai pembacaan sensor secara real-time.



Gambar 5. Pengujian Sensor Cahaya.

Sebelum di lakukan pengambilan data, dailakukan pengkalibrasian sensor Cahaya sebagai berikut

Tabel 2. Kalibrasi Sensor Cahaya

Jarak	BH1750	Lux meter
0	12539	12913
3	3410.12	3029
7	1420.63	1370
9	732.13	741
11	621	601
15	504	492

Tabel tersebut merupakan hasil pengujian kalibrasi sensor cahaya dengan pembanding lux meter untuk mengevaluasi akurasi sensor dan menentukan kebutuhan faktor koreksi. Hasil pengujian menunjukkan pola penurunan nilai yang sama antara sensor dan lux meter seiring bertambahnya jarak dari sumber cahaya. Pada jarak 0 cm, sensor membaca 12.539 dan lux meter 12.913, selisih kecil yang menunjukkan respons sensor mendekati standar. Pada jarak 15 cm, keduanya turun hingga kisaran 500-an dengan perbedaan di bawah 3%. Pengujian dilakukan sepuluh kali mencakup kondisi terang, redup, dan gelap, dengan pencatatan parameter seperti hasil pembacaan sensor, status jendela, tampilan LCD, durasi buka/tutup jendela, serta status notifikasi Telegram. Pengulangan pengujian memastikan kestabilan sistem dan konsistensi respon sensor maupun aktuator pada berbagai tingkat pencahayaan.

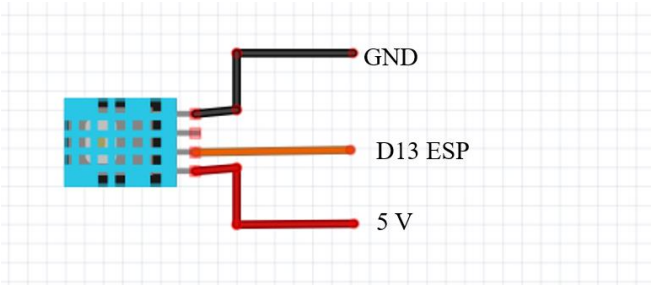
Tabel 3. Pengujian Sensor Cahaya

No	Terang/Redup/Gelap	Sensor Cahaya	Kondisi Jendela	Tampilan LCD	Durasi Terbuka Dan Tertutup	Notifikasi Telegram
1	Terang	Terdeteksi	Terbuka	447	38,41	Terkirim
2	Terang	Terdeteksi	Terbuka	377	38,52	Terkirim
3	Terang	Terdeteksi	Terbuka	332	39,10	Terkirim
4	Redup	Terdeteksi	Terbuka	89	38,34	Terkirim
5	Redup	Terdeteksi	Terbuka	105	39,44	Terkirim
6	Redup	Terdeteksi	Terbuka	146	38,37	Terkirim
7	Gelap	Tidak Terdeteksi	Tertutup	26	41,50	Terkirim
8	Gelap	Tidak Terdeteksi	Tertutup	13	41,58	Terkirim
9	Gelap	Tidak Terdeteksi	Tertutup	30	41,63	Terkirim
10	Gelap	Tidak Terdeteksi	Tertutup	28	41,78	Terkirim

Berdasarkan hasil pengujian sensor cahaya pada Tabel 3, sistem mampu membedakan tiga kondisi pencahayaan—terang, redup, dan gelap—serta merespons sesuai mekanisme jendela. Pada kondisi terang, nilai sensor berada di kisaran 332–447 sehingga jendela selalu terbuka dan LCD menampilkan nilai sesuai pembacaan sensor. Pada kondisi redup (89–146), jendela tetap terbuka karena ambang batas penutupan belum tercapai. Namun, saat kondisi gelap (13–30), jendela otomatis tertutup dan sistem mengirim notifikasi bahwa cahaya minim terdeteksi. Durasi pembukaan jendela pada kondisi terang maupun redup relatif stabil di kisaran 38–39 detik, sedangkan penutupan pada kondisi gelap sedikit lebih lama, 41,5–41,8 detik, kemungkinan karena aktuator membutuhkan tenaga lebih untuk menarik jendela ke posisi tertutup.

3.4 Pengujian Sensor Suhu

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi keakuratan dan konsistensi empat sensor suhu DHT22 dalam mendeteksi suhu lingkungan Pengambilan data dilakukan dengan menempatkan sensor suhu pada posisi yang mewakili kondisi lingkungan yang ingin dipantau, misalnya di dekat mekanisme jendela atau area yang terpapar panas secara langsung. Pengujian dilakukan secara bertahap selama 30 menit dengan interval pencatatan setiap 5 menit untuk memantau perubahan suhu secara kontinu. Pada awal pengujian, kondisi lingkungan berada pada suhu normal sekitar 32°C, kemudian dibiarkan mengalami perubahan suhu secara alami atau dengan pemanasan terkontrol untuk menguji respon sensor terhadap peningkatan temperature.



Gambar 6. Pengujian Sensor Suhu

Tabel 4. Pengujian Sensor Suhu

Waktu	Sensor Suhu
5 menit	32.40 °C
10 menit	33.20 °C
15 menit	40.10 °C
20 menit	43.10 °C
25 menit	46.50 °C
30 menit	51.80 °C

Berdasarkan hasil pengujian motor servo pada tabel 4 , Hasil pengujian sensor suhu menunjukkan adanya kenaikan suhu yang signifikan seiring bertambahnya waktu pengamatan. Pada menit ke-5, suhu tercatat 32,40°C dan terus meningkat secara bertahap menjadi 33,20°C pada menit ke-10. Setelah itu, kenaikan suhu menjadi lebih cepat, mencapai 40,10°C di menit ke-15 dan 43,10°C di menit ke-20. Peningkatan berlanjut hingga 46,50°C pada menit ke-25, dan mencapai nilai tertinggi sebesar 51,80°C pada menit ke-30. Pola ini menunjukkan bahwa sensor suhu merespons dengan baik terhadap perubahan panas yang terjadi di lingkungan, kemungkinan dipengaruhi oleh pemanasan alami atau sumber panas tambahan selama pengujian. Kenaikan suhu yang cukup tajam setelah menit ke-15 mengindikasikan adanya titik di mana media atau lingkungan pengujian mulai mengalami pemanasan cepat (*heat-up phase*). Dengan respon yang stabil dan akurat seperti ini, sensor dapat diandalkan untuk memantau perubahan suhu secara *real-time*.

3.5 Pengujian Sensor Hujan

Proses pengambilan data dilakukan dengan menjalankan sistem otomatisasi jendela dalam kondisi nyata, baik saat hujan maupun tidak hujan. Sensor hujan ditempatkan di luar ruangan untuk mendeteksi tetesan air secara langsung. Setiap perubahan kondisi cuaca memicu sistem untuk membuka atau menutup jendela, kemudian hasilnya diamati dan dicatat. Parameter yang direkam meliputi status hujan, hasil deteksi sensor, kondisi jendela, kode tampilan pada LCD, durasi buka atau tutup jendela, serta status pengiriman notifikasi Telegram. Pencatatan dilakukan secara berurutan sebanyak sepuluh kali, dengan kondisi hujan disimulasikan menggunakan siraman air pada sensor. Durasi proses diukur menggunakan timer pada mikrokontroler untuk memastikan akurasi waktu. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kestabilan respon sistem terhadap perubahan cuaca.

Tabel 5. Pengujian Sensor Hujan

No	Hujan/Tidak Hujan	Sensor Hujan	Kondisi Jendela	Tampilan LCD	Durasi Terbuka & Tertutup	Notifikasi Telegram
1	Hujan	Terdeteksi	Tertutup	HJ	41,38	Terkirim
2	Tidak Hujan	Tidak Terdeteksi	Terbuka	TH	39,60	Terkirim
3	Hujan	Terdeteksi	Tertutup	HJ	41,79	Terkirim
4	Tidak Hujan	Tidak Terdeteksi	Terbuka	TH	38,65	Terkirim
5	Hujan	Terdeteksi	Tertutup	HJ	41,52	Terkirim
6	Tidak Hujan	Tidak Terdeteksi	Terbuka	TH	38,31	Terkirim
7	Hujan	Terdeteksi	Tertutup	HJ	41,34	Terkirim
8	Tidak Hujan	Tidak Terdeteksi	Terbuka	TH	38,32	Terkirim
9	Hujan	Terdeteksi	Tertutup	HJ	41,61	Terkirim
10	Tidak Hujan	Tidak Terdeteksi	Terbuka	TH	39,01	Terkirim

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 5, sistem otomatisasi jendela berbasis sensor hujan bekerja sesuai logika yang diharapkan. Saat hujan terdeteksi, jendela selalu tertutup dan LCD menampilkan kode "HJ", sedangkan saat tidak hujan jendela terbuka dengan tampilan "TH". Notifikasi melalui Telegram selalu terkirim setiap terjadi perubahan kondisi, menandakan koneksi jaringan dan logika pemrograman berfungsi dengan baik. Durasi penutupan jendela rata-rata 41,3–41,8 detik, sedangkan pembukaan 38,3–39,6 detik, dengan selisih 2–3 detik akibat beban mekanis aktuator. Perbedaan waktu ini kecil sehingga dapat disimpulkan sistem bekerja stabil dan konsisten.

3.6 Pengujian Keseluruhan

Pengambilan data dilakukan dengan menggabungkan tiga sensor utama—sensor hujan, sensor cahaya, dan sensor suhu—pada sistem otomatisasi jendela. Pengujian dilakukan dengan berbagai kombinasi kondisi cuaca, seperti hujan dengan cahaya terang, hujan dengan cahaya gelap, tidak hujan dengan cahaya terang, dan tidak hujan dengan cahaya gelap. Hujan disimulasikan dengan menyiram sensor menggunakan air, sedangkan kondisi cahaya diatur dengan sumber cahaya dan penutup parsial. Sensor suhu dibiarkan membaca kondisi lingkungan untuk memantau kestabilan temperatur. Setiap perubahan kondisi sensor memicu sistem untuk membuka atau menutup jendela, menampilkan informasi pada LCD, dan mengirim notifikasi melalui Telegram. Parameter yang dicatat meliputi status hujan, tingkat cahaya, suhu, kondisi jendela, tampilan LCD, serta durasi buka atau tutup jendela. Pengujian dilakukan delapan kali dengan variasi kondisi, lalu hasilnya dicatat dalam tabel dan dianalisis untuk mengevaluasi akurasi sensor, konsistensi aktuator, serta keandalan pengiriman notifikasi.

Tabel 6. Pengujian Keseluruhan

No	Sensor Hujan	Sensor Cahaya	Kondisi Jendela	Tampilan LCD			Durasi Terbuka Dan Tertutup	Notifikasi Telegram
				Sensor Hujan	Sensor Cahaya	Sensor Suhu		
1	Hujan	Terang	Tertutup	HJ	483	38	41,24	Terkirim
2	Hujan	Gelap	Tertutup	HJ	40	38	41,33	Terkirim
3	Tidak Hujan	Terang	Terbuka	TH	476	38	38,40	Terkirim
4	Tidak Hujan	Gelap	Tertutup	TH	12	38	41,61	Terkirim
5	Hujan	Terang	Tertutup	HJ	392	38	41,28	Terkirim
6	Hujan	Gelap	Tertutup	HJ	13	38	41,56	Terkirim
7	Tidak Hujan	Terang	Terbuka	TH	323	38	37,76	Terkirim
8	Tidak Hujan	Gelap	Tertutup	TH	18	38	41,49	Terkirim

Hasil pengujian pada Tabel 6 menunjukkan bahwa sistem mengontrol posisi jendela berdasarkan kombinasi hujan dan cahaya. Saat hujan, baik terang maupun gelap, jendela selalu tertutup dengan tampilan LCD "HJ". Jika tidak hujan namun cahaya gelap, jendela tetap tertutup. Sebaliknya, pada kondisi tidak hujan dan cahaya terang, jendela otomatis terbuka dengan tampilan LCD "TH". Data sensor cahaya membedakan kondisi terang (323–483) dan gelap (12–40), sedangkan suhu tetap stabil di sekitar 38°C sehingga tidak memengaruhi keputusan sistem. Rata-rata durasi penutupan jendela sekitar 41 detik dan pembukaan 38 detik, dengan selisih 2–3 detik akibat beban mekanik aktuator.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem otomatisasi jendela berbasis ESP32 dengan sensor hujan, BH1750, dan DHT22 berhasil dibuat dan berfungsi sesuai rancangan. Sistem mengambil keputusan berdasarkan prioritas kondisi cuaca, dengan deteksi hujan sebagai prioritas utama. Jika terdeteksi hujan, jendela otomatis menutup untuk mencegah air masuk. Jika tidak hujan dan intensitas cahaya melebihi 50 lux, jendela terbuka. Namun, jika kondisi gelap atau kembali hujan, jendela tetap tertutup. Sensor hujan mampu merespons dengan cepat, sedangkan sensor BH1750 memastikan pembukaan jendela hanya pada kondisi terang.

REFERENSI

Nugroho, A. M. (2019). Rekayasa Ventilasi Alami untuk Penyejukan Bangunan. Universitas Brawijaya Press.

Fitriyah, L., Ghofur, A., & Lazim, F. (2024, July). Rancang Bangun Prototype Sistem Buka Tutup Gorden Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno. In Seminar Nasional Inovasi Vokasi (Vol. 3, pp. 309-317).

Gurning, G. (2022). Sistem Pengendalian Tirai Dan Jendela Otomatis Pada Sebuah Gedung.

SAEPULOH, M. A., & Komarudin, A. (2019). SISTEM BUKA TUTUP JENDELA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO.

Arsyad, A., & Rohmah, R. N. (2022). Prototipe Jendela Otomatis Berbasis Arduino Dengan Sensor Suhu dan Kelembaban (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

Baco, S., Perdana, A. L., Huwae, B., & Imran, A. (2024). RANCANG BANGUN ALAT PEMBUKA JENDELA OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA. ILTEK: Jurnal Teknologi, 19(02), 129-133.

Albet, M., Ginta, P. W., & Sudarsono, A. (2014). Pembuatan Jendela Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya. Jurnal Media Infotama, 10(1).

Khuriati, A. (2022). Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien Dengan Sensor Bh1750 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. Berkala Fisika, 25(3), 105-110.Fonna, M. Z., Husaini, H., & Indrawati, I. (2020). Penerapan Iot (Internet Of Things) Untuk Pemberian Pakan Ikan Pada Aquarium. Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer, 3(2).

Gunawan, I. Ketut Wahyu, et al. "Sistem monitoring kelembaban gabah padi berbasis Arduino." (2020).

Hutabarat, G. I., Hutasoit, G., Hasballah, T., & Pardede, S. (2023). RANCANG BANGUN ALAT PEMILAH HASIL PANEN JAMUR TIRAM GUNA MEMPEROLEH JAMUR TIRAM SEGAR. Jurnal Teknologi Mesin UDA, 1(1), 248-256.

Janaki, M. T. (2024). Rancang bangun tempat sampah pemilah otomatis berbasis arduino uno dengan sensor proximity (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).