

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PENGONTROLAN ATAP JEMURAN PINTAR MENGGUNAKAN NODEMCU BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Risdayanti¹, Vivi Yunita Aprilia², Adriani³, Ridwang⁴

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail: risdayanti1106@gmail.com¹, expost.viviyunitaaprilia@gmail.com², adriani@unismuh.ac.id³, ridwang@unismuh.ac.id⁴

Abstract— Indonesia has two seasons, rainy and dry, which often become obstacles in the process of drying clothes. During the rainy season, many people worry that the clothes being dried will get wet, especially if there is no one at home to supervise the drying. Therefore, this study aims to design and build a Prototype for controlling a smart drying roof using NodeMCU based on the Internet of Things (IoT). With the Research and development method based on literature studies from various relevant sources and direct experiments in prototype testing. This system is designed to protect clothes from rain by moving the roof automatically based on weather conditions, which are monitored through a rain sensor, an LDR sensor to detect light intensity, and a DHT11 temperature sensor to monitor temperature and humidity. In addition, this system is equipped with manual control via a mobile application, a timer for setting roof movements, and a drying fan that is activated automatically when the roof is closed. The test results show that the system can function according to the design, where the roof closes when it rains and reopens when it is sunny. Manual control via a mobile application and timer settings are also effective. In conclusion, this smart clothesline roof system can provide an efficient automated solution to protect clothes from bad weather, as well as reduce reliance on manual supervision.

Keywords: Smart drying roof, Internet of Things (IoT), Sensor, Mobile application,

Abstrak — Indonesia memiliki dua musim, hujan dan kemarau, yang seringkali menjadi kendala dalam proses penjemuran pakaian. Selama musim hujan, banyak orang merasa khawatir pakaian yang dijemur akan basah, terutama jika tidak ada orang di rumah untuk mengawasi jemuran tersebut. Maka dari itu penelitian ini bertujuan merancang bangun Prototype pengontrolan atap jemuran pintar menggunakan NodeMCU berbasis Internet Of Things (IoT). Dengan metode Penelitian pengembangan berdasarkan studi literatur dari berbagai sumber yang relevan dan eksperimen langsung dalam pengujian prototipe. Sistem ini dirancang untuk melindungi pakaian dari hujan dengan menggerakkan atap secara otomatis berdasarkan kondisi cuaca, yang dipantau melalui sensor hujan, sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya, dan sensor suhu DHT11 untuk memantau suhu dan kelembaban. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan kontrol manual melalui aplikasi mobile, timer untuk pengaturan pergerakan atap, serta kipas pendingin yang diaktifkan secara otomatis ketika atap dalam keadaan tertutup. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan rancangan, di mana atap menutup saat hujan dan membuka kembali ketika cerah. Kontrol manual melalui aplikasi mobile dan pengaturan timer juga berjalan efektif. Kesimpulannya, sistem atap jemuran pintar ini dapat memberikan solusi otomatis yang efisien untuk melindungi pakaian dari cuaca

buruk, serta mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual.

Kata kunci : Atap jemuran pintar, Internet of Things (IoT), Sensor, Aplikasi mobile.

I. PENDAHULUAN

Data dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Indonesia memiliki dua musim, yaitu hujan dan kemarau. Musim hujan biasanya berlangsung dari November hingga Maret, sementara musim kemarau terjadi dari April hingga Oktober. Selama musim hujan, banyak orang merasa cemas saat menjemur pakaian, terutama ketika mereka sedang di luar rumah dan tidak ada yang menjaga rumah. Kekhawatiran ini muncul karena takut pakaian yang dijemur terkena hujan. Sebagai solusi, banyak orang memilih menjemur pakaian di teras rumah. Meskipun pakaian bisa kering, namun hasilnya tidak optimal, sehingga saat dipakai, pakaian tersebut terasa kurang nyaman dan bahkan bisa menimbulkan bau yang kurang sedap. (D. Siswanto 2015)

Dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, kebutuhan akan sistem yang lebih efisien dalam kehidupan sehari-hari menjadi semakin penting, termasuk dalam penjemuran pakaian. Inovasi seperti atap jemuran otomatis hadir untuk memberikan kemudahan, terutama di musim hujan. Pada saat tersebut, banyak orang merasa khawatir menjemur pakaian, terutama jika tidak ada yang berada di rumah karena aktivitas di luar. Kekhawatiran bahwa pakaian akan basah terkena hujan sering membuat masyarakat enggan menjemur pakaian di luar. Untuk mengatasi masalah ini, teknologi dapat dimanfaatkan dengan menggunakan mikrokontroler untuk menggerakkan atap jemuran secara otomatis saat hujan turun. Sistem ini tidak hanya menghemat tenaga dan waktu, tetapi juga memberikan ketenangan bagi mereka yang sering lupa atau tidak sempat mengangkat jemuran, terutama saat sedang berada di luar rumah. (Adianto, Fiati, and Latubessy 2021).

Setelah melakukan studi literatur pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Rancang Bangun Prototype Jemuran Berbasis Iot (Internet Of Things)” oleh (Husna, Nasir, and Hidayat 2020), “Jemuran Pakaian Otomatis Menggunakan Sensor Hujan Dan Sensor Ldr Berbasis Arduino Uno” oleh (D. Siswanto 2015) dan “Rancang Bangun Atap Jemuran Otomatis Berbasis NODEMCU” oleh (Febry Sulistiyono and Yunanda 2022).

Penulis menemukan bahwa alat penjemuran otomatis yang telah dibuat oleh peneliti sebelumnya masih memiliki beberapa kelemahan. Alat yang telah dibuat oleh peneliti

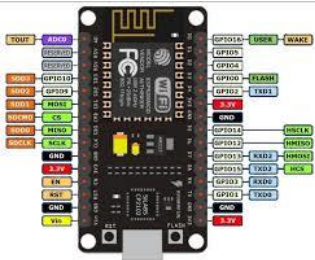
sebelumnya hanya berfokus penjemurannya yang bergerak ke sebuah ruangan khusus ketika terjadi hujan hal ini kurang efisien dikarenakan mekanisme pada atap yang lebih simpel dan sederhana dibandingkan dengan system jemuran yang bergerak. Hal ini mengurangi potensi kerusakan dan kebutuhan perawatan. Selain itu atap jemuran yang bergerak memberikan perlindungan langsung terhadap hujan dan cuaca buruk tanpa perlu memindahkan jemuran. Sistem ini dapat menggerakkan atap dari hasil pembacaan sensor suhu dan Cahaya serta dapat diaktifkan secara manual melalui aplikasi mobile phone.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Internet Of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah metode di mana suatu objek dapat mengirim dan menerima informasi secara langsung melalui koneksi internet, memungkinkan pertukaran perintah untuk mengontrol objek tersebut serta memantau kondisinya ketika terhubung dengan internet (Sovian Salim Ibrahim, Faisol, and Primaswara Prasetya 2023).

B. NodeMCU ESP8266



Gambar. 1 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontroler yang dilengkapi dengan kemampuan koneksi WiFi, memungkinkan perangkat ini untuk terhubung ke jaringan internet. Mikrokontroler modul ESP8266 ini memiliki prosesor dan dapat diintegrasikan dengan berbagai sensor dan aktuator melalui pin GPIO, sehingga mendukung pengembangan sistem yang lebih kompleks dan interaktif. (Sujono and Arifin 2022).

C. Arduino IDE



Gambar. 2 Arduino IDE

Untuk menulis program pada board Arduino, diperlukan software Arduino IDE (Integrated Development Environment). IDE merupakan perangkat

lunak yang digunakan untuk menulis, mengompilasi program menjadi file biner, dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler. Software ini tersedia secara gratis dan dapat dijalankan pada sistem operasi Windows, Mac OS X, serta Linux. (Fikriyah 2018).

D. Sensor Kelembapan Udara (Humidity) Sensor DHT11



Gambar. 3 Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah modul yang dirancang untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Modul ini menghasilkan output tegangan yang dapat diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler. DHT11 dilengkapi dengan fungsi kalibrasi yang memastikan pembacaan suhu dan kelembapan cukup akurat. Data kalibrasi tersebut disimpan dalam memori program OTP. Memori ini juga dikenal sebagai koefisien kalibrasi. Dengan demikian, sensor ini dapat memberikan hasil pengukuran yang lebih andal. (MUJIB 2023).

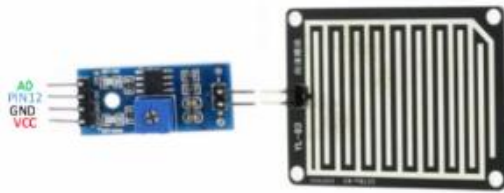
E. Sensor LDR (Light Dependent Resistor)



Gambar. 4 Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

LDR (Light Dependent Resistor) adalah komponen listrik yang sensitif terhadap cahaya. Komponen ini juga dikenal dengan istilah fotosel, fotokonduktif, atau fotoresistor. LDR memanfaatkan bahan semikonduktor, yang sifat listriknya berubah tergantung pada cahaya yang diterima. Dengan kata lain, resistansi LDR sangat tinggi dalam kondisi cahaya yang lemah (gelap), tetapi menjadi sangat rendah ketika terpapar cahaya yang kuat (terang). Ini memungkinkan LDR untuk digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan deteksi cahaya. (Setyaji 2019).

F. Sensor Air Hujan



Gambar. 5 Sensor Air Hujan

Sensor hujan adalah modul yang berfungsi mendeteksi tetesan air yang jatuh pada papan deteksi. Saat air menyentuh kedua elektroda tembaga, tegangan 5V akan terhubung dengan output, namun sebagian tegangan berkurang karena air berfungsi sebagai penghantar listrik, elektroda dirancang dengan pola berliku-liku, yang berfungsi mengurangi hambatan dari air hujan dan menghasilkan tegangan output setara dengan logika 1. Agar sensor tetap berfungsi dan terhindar dari karat atau kotoran yang dapat mengganggu deteksi, jalur elektroda harus dilapisi dengan timah atau bahan lain yang dapat menghantarkan arus listrik. (PUTRO 2019).

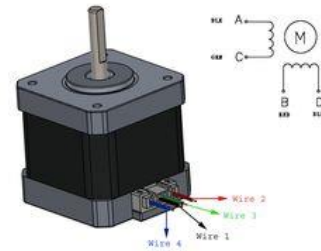
G. Limit Switch



Gambar. 6 Limit Switch

Limit switch adalah jenis saklar atau perangkat elektromekanis yang menggunakan tuas aktuator untuk mengubah posisi kontak terminal. Kontak terminal akan bergeser ketika tuas aktuator didorong atau ditekan oleh suatu objek. Prinsip kerjanya adalah dengan menekan tuas aktuator pada batas yang telah ditetapkan, sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian. Kontak pada limit switch terdiri dari NO (Normally Open) dan NC (Normally Close), di mana salah satu kontak akan aktif saat aktuatornya ditekan, tergantung pada jenis rangkaian yang digunakan. (S. Siswanto et al. 2019)

H. Motor Stepper



Gambar. 7 Motor Stepper

Motor stepper adalah jenis motor yang bergerak berdasarkan langkah-langkah tertentu dalam putarannya. Motor stepper tidak menggunakan komutator, melainkan memiliki kumparan pada bagian stator dan magnet permanen pada bagian rotor. Motor stepper dapat berputar dengan sudut atau langkah yang bervariasi tergantung pada jenis motor yang digunakan, memberikan fleksibilitas dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan gerakan presisi. Ukuran step dapat berada pada range 0,9o sampai 90o . Dengan variasi sudut akan memudahkan melakukan pengendalian tanpa menggunakan closed-loop feedback untuk memonitor posisi (Wibowo, B.C. and Nugraha, F., 2021).

I. Buzzer



Gambar. 8 Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi suara. Karena kumparan terhubung dengan diafragma, setiap gerakan kumparan menyebabkan diafragma bergerak bolak-balik, menghasilkan getaran udara yang kemudian menjadi suara. Buzzer biasanya digunakan sebagai indikator, misalnya untuk memberi tahu bahwa suatu proses telah selesai atau mendeteksi kesalahan pada perangkat, seperti alarm. (Wisnumurti, Trimarsiah, and Faulina 2022).

J. Kipas Pengering

Fan kipas pengering adalah komponen yang digunakan untuk mempercepat proses pengeringan dengan meningkatkan aliran udara pada area yang lembab atau basah. Pada sistem jemuran otomatis, fan pengering berfungsi untuk mengeringkan pakaian dengan mempercepat penguapan air, terutama ketika kondisi cuaca tidak memungkinkan menjemur di luar ruangan. Dalam kasus ini, fan diaktifkan saat atap jemuran tertutup, sehingga aliran udara tetap terjaga untuk membantu

mengeringkan pakaian meskipun tanpa paparan sinar matahari langsung.

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

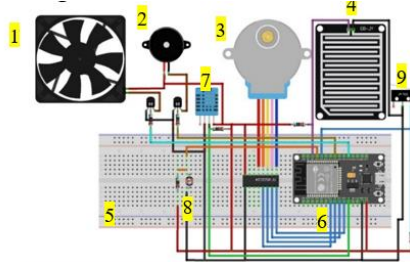
Perancangan Prototype dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar. Penelitian dan perancangan ini berlangsung selama sebulan.

B. Alat dan Bahan

Setelah menilai permasalahan, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data dan informasi mengenai bahan serta peralatan yang diperlukan untuk merancang prototype. Adapun alat pada prototype ini seperti: Tang Potong, Gergaji Besi, Cutter, Gunting, Solder, Laptop, dan Smartphone, serta juga terdapat bahan seperti : Akrilik, Kabel Tunggal, Isolasi Bakar, Adaptor.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan yang mencakup studi literatur, desain sistem, perancangan hardware dan software, pengujian sistem secara keseluruhan, dan penulisan laporan.



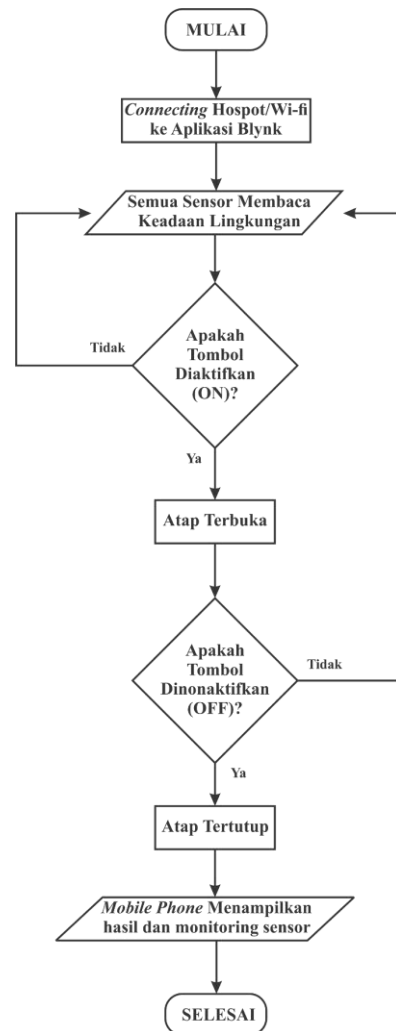
Gambar. 9 Rangkaian Perangkat Keras

Keterangan:

1. Kipas, Kipas dalam sistem ini bisa digunakan untuk mempercepat pengeringan pakaian saat kondisi atap jemuran tertutup
2. Buzzer, berfungsi sebagai alarm atau pemberi peringatan ketika posisi atap memnutup atau membuka.
3. Motor Stepper, sebagai aktuator untuk menggerakkan mekanisme atap jemuran, memungkinkan atap untuk membuka atau menutup secara otomatis.
4. Sensor Hujan, digunakan mendeteksi adanya tetesan air atau hujan. Ketika sensor mendeteksi hujan, informasi ini dikirim ke mikrokontroler untuk memicu motor stepper menutup atap jemuran secara otomatis, melindungi pakaian dari basah.
5. Breadboard, adalah papan tempat merakit rangkaian elektronik.

6. NodeMCU, adalah mikrokontroler berbasis ESP8266 yang memiliki fitur Wi-Fi. Dalam sistem atap jemuran otomatis, NodeMCU berfungsi sebagai otak dari sistem yang mengontrol semua komponen berdasarkan input dari sensor dan dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi untuk memungkinkan kendali jarak jauh melalui internet.
7. Sensor Suhu, untuk mengukur suhu lingkungan di sekitar jemuran.
8. Sensor LDR, digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya di sekitar jemuran. Jika cahaya matahari cukup terang, sistem mungkin membiarkan atap terbuka, namun jika cahaya redup atau malam hari, atap bisa ditutup.
9. Limit Switch, berfungsi sebagai sensor posisi untuk mendeteksi titik akhir gerakan mekanisme atap. Limit switch ini memastikan bahwa atap berhenti bergerak ketika mencapai posisi yang diinginkan, baik saat sepenuhnya terbuka atau tertutup.

D. Mekanisme Kerja Alat

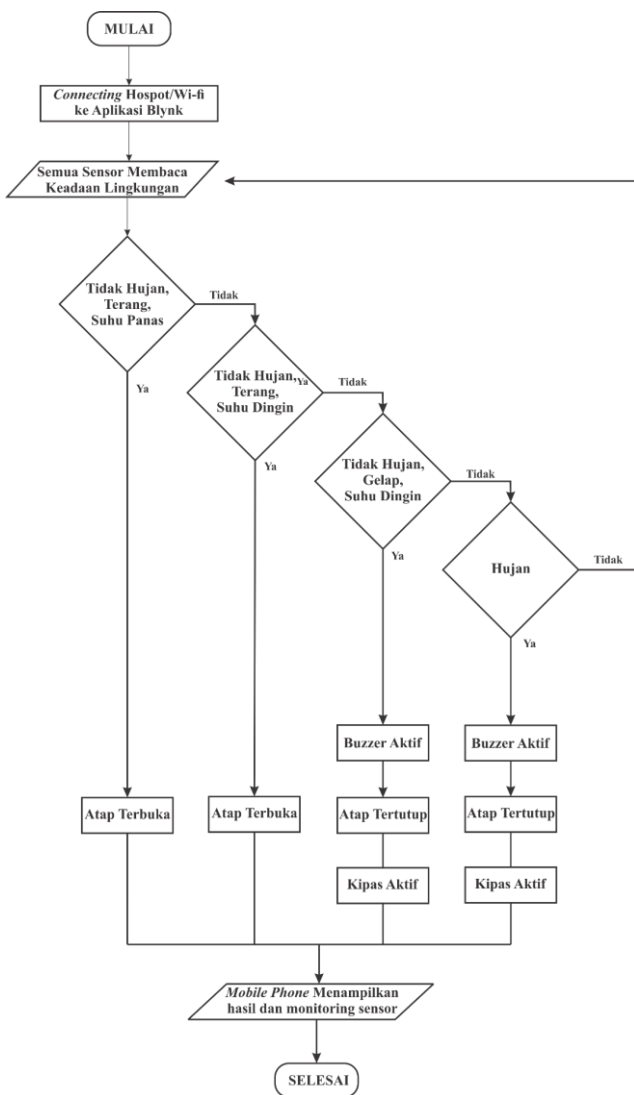


Gambar. 9 Flow Chart Sistem Kerja Manual

Gambar. 10 Flow Chart Sistem Kerja Otomatis

Pada gambar 3.4 Sistem dimulai dengan menghubungkan mikrokontroler NodeMCU ke jaringan internet melalui koneksi hotspot atau Wi-Fi untuk bertukar data dengan aplikasi mobile phone. Setelah terhubung ke jaringan internet, sistem memasuki mode manual, yang berarti pengguna dapat mengendalikan atap jemuran secara manual melalui aplikasi mobile phone.

Sistem kemudian memeriksa apakah tombol ON di aplikasi mobile phone ditekan oleh pengguna. Jika tombol ON diaktifkan maka sistem akan mengaktifkan Driver motor sehingga menggerakkan motor stepper membuka atap jemuran. Jika tombol OFF diaktifkan maka akan menutup atap jemuran. Sistem akan menampilkan nilai sensor pada aplikasi mobile phone sehingga pengguna dapat memantau keadaan lingkungan dan kondisi jemuran akan selalu aman dari cuaca ekstrim



Sistem dimulai dengan menghubungkan mikrokontroler NodeMCU ke jaringan internet melalui koneksi hotspot atau wi-fi untuk dapat bertukar data dengan aplikasi mobile phone. Setelah terhubung, sistem memasuki mode otomatis, yang berarti sistem akan mengendalikan atap jemuran secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor dan parameter yang telah di atur.

Sensor akan membaca lingkungan di sekitar berdasarkan nilai atau parameter yang telah ditentukan. Terdapat 4 kondisi pembacaan sensor yang ditentukan sesuai dengan flowchart adalah sebagai berikut :

Kondisi pertama Sensor cahaya mendeteksi cahaya terang melalui resistansi yang rendah. Sensor air tidak mendeteksi keberadaan air (hujan). Sensor DHT11 mendeteksi suhu yang tinggi. Kemudian kondisi kedua sensor cahaya mendeteksi cuaca terang, Sensor air tidak mendeteksi adanya air (hujan) dan Sensor DHT11 mendeteksi suhu dingin, Rangkaian akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler NodeMCU. Mikrokontroler kemudian mengirimkan perintah ke driver motor untuk mengaktifkan motor stepper. Motor stepper akan menggerakkan atap jemuran hingga terbuka. Motor stepper akan berhenti ketika jemuran mencapai limit switch yang terpasang di ujung rel luar, mikrokontroler juga akan mulai menghitung waktu lama menjemur disaat tempat jemuran diluar, kemudian mikrokontroler akan menginformasikan status jemuran dan mengirim data sehingga dapat dilihat di aplikasi mobile phone.

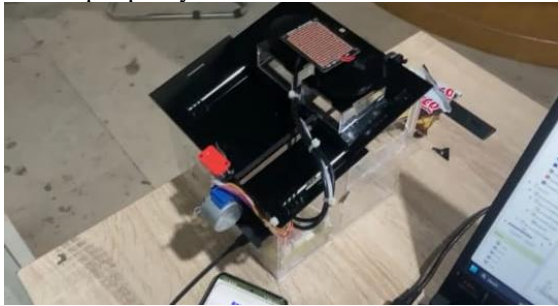
Kondisi ketiga Sensor air mendeteksi ada atau tidaknya air (hujan) yang mengenai sensor. Apabila sensor air tidak mendeteksi adanya air, sensor cahaya (Light Dependent Resistor) akan menunjukkan resistansi tinggi, yang berarti cahaya yang diterima sangat rendah atau gelap, sementara sensor DHT11 mendeteksi suhu yang dingin. Namun, ketika sensor air mendeteksi adanya hujan, sinyal dari keempat sensor akan dikirim ke mikrokontroler untuk diproses. Mikrokontroler kemudian mengirimkan perintah kepada driver motor untuk menghidupkan motor stepper, yang akan mulai menggerakkan atap jemuran sehingga atap akan tertutup dengan rapat. Selama proses pengoperasian motor stepper, sebuah buzzer akan berbunyi sebagai indikator bahwa proses sedang berlangsung. Motor stepper dan buzzer akan berhenti atau mati ketika jemuran mencapai limit switch yang terpasang di ujung rel dalam tempat jemuran, menandakan posisi akhir dari proses penutupan. Pada saat yang sama, mikrokontroler akan menghentikan penghitungan waktu menjemur, meresetnya untuk memulai kembali, dan melanjutkan perhitungan waktu menjemur ketika jemuran berada di dalam posisi tertutup. Mikrokontroler juga akan menginformasikan status terkini dari jemuran kepada pengguna dan mengirimkan data sensor secara real-time ke aplikasi mobile, memastikan pengguna

selalu mendapatkan pembaruan informasi yang akurat dan tepat waktu.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat

Setelah dilakukan perancangan prototype atap jemuran, mendapatkan hasil yang nantinya akan digunakan untuk menguji kesesuaian alat dan sistem yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Pada miniatur rumah menggunakan bahan dasar akrilik dan terdapat beberapa komponen seperti sensor cahaya (Sensor LDR), sensor air hujan, sensor suhu dan kelembapan (DHT11), Driver motor, motor stepper, Limit Switch, buzzer, kipas pengering. pengujian sistem rancangan prototype atap jemuran menunjukkan keberhasilan yang signifikan dalam setiap aspeknya.

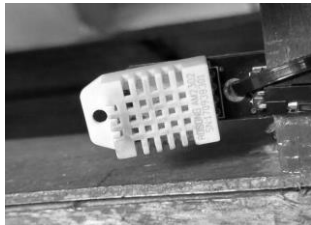


Gambar 11. Hasil Perancangan Alat

B. Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

1. Pengujian Sensor DHT11

pada sensor DHT11 dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran kelembapan udara yang diperoleh dari sensor. Proses pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai ukur dari sensor DHT11 pada saat hujan dan tidak hujan.



Gambar 12. Sensor Suhu DHT11

Tabel 1. Pengujian Suhu

Nilai	Keterangan
$<20^{\circ}\text{C}$	Dingin
$\geq 20 - < 25^{\circ}\text{C}$	Hangat
$\geq 25 - < 30^{\circ}\text{C}$	Panas
$\geq 30^{\circ}\text{C}$	Sangat Panas

Dari data pembacaan sensor pada tabel 1. menjelaskan bahwa jika sensor membaca suhu kurang dari atau sama dengan 24°C , maka suhu tersebut dianggap dingin, hal ini akan menyebabkan kondisi

pakaian tidak kering sehingga akan dibantu dengan kipas pengering. Kemudian jika pembacaan suhu mencapai $25^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$, maka suhu disekitar pakaian normal sehingga disarankan untuk menjemur pakaian. Lalu dikatakan panas jika pembacaan sensor lebih dari 35°C disarankan untuk tidak menjemur pakaian berlama – lama karena akan merusak pakaian yang di jemur.

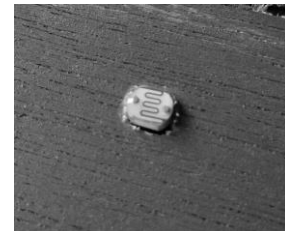
Tabel 2. Pengujian Kelembaban

Nilai	Keterangan
<10	Kering
$\geq 10 - < 50$	Lembab
≥ 50	Sangat lembab

Pada tabel 2. dijelaskan jika sensor kelembaban menunjukkan nilai kurang dari atau sama dengan 80% maka kondisi tersebut dianggap lembab. Ini berarti ada cukup banyak uap air di udara sehingga lingkungan yang lembab biasanya terasa basah atau sedikit berat. Kemudian jika sensor menunjukkan nilai kelembaban lebih dari 80%, kondisi ini dianggap kering. Ini mungkin tampak sedikit terbalik dengan biasanya namun dalam konteks yang diberikan, ini berarti udara mengandung lebih sedikit uap air sehingga lebih kering.

2. Pengujian Sensor Cahaya (Light Dependent Resistor)

Pada pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor berfungsi dengan baik dalam mendeteksi perubahan intensitas cahaya dan mengendalikan mekanisme atap secara otomatis sesuai dengan kondisi cuaca misalnya atap akan tertutup saat terjadi hujan.



Gambar 13. Sensor Cahaya (LDR)

Tabel 3. Pengujian Sensor LDR

Resistansi	Keterangan
≥ 50	Terang
$\geq 25 - < 50$	Redup
< 25	Gelap

Pada tabel 3. hasil pembacaan sensor menunjukkan jika resistansi yang diukur oleh sensor LDR adalah 50 atau lebih, maka itu menunjukkan kondisi terang. Dalam kondisi terang intensitas cahaya yang jatuh pada sensor tinggi, sehingga resistansinya rendah. Ini biasanya terjadi disiang hari atau di lingkungan yang sangat terang atau tidak terjadi tanda tanda hujan. Kemudian jika resistansi berada di antara 25 sampai 50, ini menandakan kondisi mendung. Resistansi dalam rentang ini menunjukkan

banhwa cahaya yang diterima oleh sensor berkurang, mungkin penyebab nya karena cuaca mendung tanda akan terjadinya hujan atau senja. Jika resistansi yang diukur kurang dari 25, ini menunjukkan kondisi gelap. Dalam keadaan gela, sedikit cahaya yang mengenai sensor, sehingga resistansinya menjadi tinggi . kondisi ini terjadi dimalam hari.

3. Pengujian Sensor Air Hujan

Pengujian Sensor air hujan pada atap jemuran otomatis dilakukan untuk memastikan bahwa sensor dapat mendeteksi hujan dengan akurat dan mengaktifkan mekanisme penutupan atap secara otomatis. Pada tahap ini dilakukan simulasi hujan dengan berbagai intensitas air hujan untuk menguji respons sensor terhadap tetesan air.



Gambar 14. Sensor Air Hujan

Tabel 4. Pengujian Sensor Air Hujan

Resistansi	Keterangan
<10	Hujan
≥10 - <50	Tidak Hujan
≥50	Deras

Pada Tabel 4 yang di berikan menunjukkan hubungan antara resistansi yang diukur oleh sensor hujan dan kondisi cuaca yang terjadi. Jika sensor mendeteksi resistansi kurang dari 10 Ω, ini berarti tidak ada atau sangat sedikit air pada permukaan sensor. Kondisi ini menunjukkan tidak hujan, di mana cuaca kering dan permukaan sensor tidak basah. Jika Resistansi $\geq 10 \Omega$ - $< 50 \Omega$, Dalam rentang resistansi ini, sensor mendeteksi sedikit air di permukaannya, yang biasanya terjadi saat gerimis atau hujan sangat ringan. Pada kondisi ini, permukaan sensor mulai sedikit basah, namun belum sepenuhnya tertutupi air seperti pada hujan deras. Serta jika resistansi yang terukur lebih dari atau sama dengan 50 Ω, sensor mendeteksi bahwa permukaannya sangat basah. Ini menunjukkan bahwa sedang terjadi hujan deras, di mana jumlah air yang mengenai sensor cukup banyak sehingga resistansinya meningkat.

C. Pengujian Perangkat Lunak (Software)

1. Pengujian Kode Program

```

1 #include <Servo.h>
2 #include <EEPROM.h>
3 #define DHTPIN 13 // Pin data DHT11
4 #define DHTTYPE DHT11 // Tipe DHT
5 #define LDRPIN 24 // Pin untuk LDR (gunakan pin A0)
6 #define RAIN_PIN 14 // Pin untuk sensor hujan
7 #define FAN_PIN 12 // Pin untuk relay kipas
8 #define SERVO_PIN 13 // Pin untuk motor servo
9
10 #define ON HIGH
11 #define OFF LOW
12
13 int sensorValue; // Variable untuk menyimpan nilai sensor
14 int servoAngle = 0; // Posisi awal motor servo
15 WebServer server(80);
16
17 float suhu;
18 float kelembapan;
19 int ldrValue;
20 int rainStatus;
21 bool stopHujan = false;
22 unsigned long timerStart = 0; // Interval timer = 0s
23 unsigned long timerInterval = 60000; // Interval timer 60 detik
24
25 const char* ssid = "SSID"; // Ganti dengan SSID Wi-Fi Anda
26 const char* password = "PASSWORD"; // Ganti dengan password Wi-Fi Anda
27 void setup() {
28   Serial.begin(115200);
29   dht->begin();
30   pinMode(LDRPIN, INPUT);
31   pinMode(RAIN_PIN, INPUT);

```

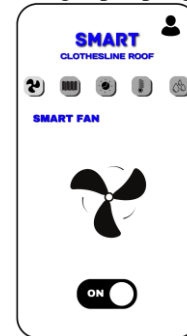
Gambar 15. Pengujian Kode Program

Pengujian program dilakukan untuk memastikan memverifikasi bahwa logika pengendalian berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Program tersebut dikembangkan menggunakan perangkat lunak arduino ide. Pengujian dilakukan dengan memberikan input simulasi dan memonitor output yang dihasilkan oleh program.

2. Uji Aplikasi Monitoring Atap Jemuran

Berikut adalah penjelasan lebih detail mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam uji aplikasi monitoring atap jemuran:

a) Pengujian Monitoring kipas pengering

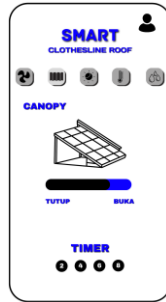


Gambar 16. Monitoring Kipas Pengering

Pada gambar 16. Pengujian monitoring kipas pengering melalui aplikasi mobile bertujuan untuk memastikan bahwa pengguna dapat memantau dan mengontrol kipas pengering secara real-time dengan mudah dan akurat. Dalam pengujian ini, aplikasi mobile akan menampilkan status kipas apakah dalam keadaan menyala atau mati sesuai dengan kondisi atap dan sensor yang terdeteksi. Selain itu, pengujian juga memeriksa apakah pengguna dapat mengirim perintah manual melalui aplikasi untuk menghidupkan atau mematikan kipas, dan memastikan bahwa perintah tersebut dijalankan secara responsif oleh sistem. Seluruh fungsi Pengujian ini dalam monitoring kipas pengering melalui aplikasi mobile bekerja secara sempurna sehingga

memberikan kemudahan dan keandalan bagi pengguna dalam menjaga kondisi jemuran tetap kering.

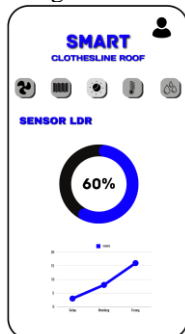
b) *Pengujian Monitoring Atap Kanopi*



Gambar 17. Monitoring Atap Kanopi

Pada gambar 17 Pengujian monitoring atap kanopi dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi dapat secara efektif mengontrol dan memantau pergerakan atap sesuai dengan kondisi cuaca yang terdeteksi. Monitoring ini juga mencakup verifikasi bahwa terdapat timer pada aplikasi mobile dapat diatur oleh pengguna untuk membuka atau menutup atap pada waktu tertentu, dan memastikan bahwa atap bergerak sesuai dengan pengaturan waktu yang telah ditentukan. Aplikasi mobile dapat menampilkan status atap secara real-time, baik ketika atap bergerak otomatis berdasarkan data sensor, maupun ketika atap dioperasikan secara manual oleh pengguna. Pengujian ini juga memastikan bahwa perintah dari aplikasi ke mikrokontroler dieksekusi dengan cepat dan akurat, memberikan keandalan dalam mengoperasikan sistem atap kanopi sesuai dengan kebutuhan pengguna.

c) *Pengujian Monitoring Sensor LDR*

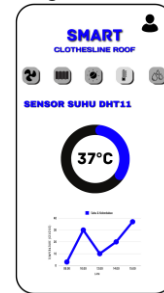


Gambar 18. Monitoring Sensor LDR

Pada gambar 18. diatas hasil monitong sensor LDR, sensor LDR mendeteksi intensitas cahaya yang kemudian dikonversi menjadi nilai persentase, dimana nilai ini menunjukkan tingkat kecerahan lingkungan sekitar yaitu 60%. Persentase tersebut mencerminkan kondisi aktual, dengan angka yang tinggi menandakan kondisi yang normal hal ini disarankan bagi pengguna

jika ingin menjemur pakaiannya. Selain itu, aplikasi juga menyertakan grafik dinamis yang menggambarkan perubahan kondisi cahaya dari waktu ke waktu. Grafik ini membagi kondisi cahaya menjadi tiga kategori utama: gelap, mendung, dan terang. Pengguna dapat melihat bagaimana intensitas cahaya berfluktuasi sepanjang hari, dengan perubahan visual yang langsung terlihat pada grafik. Jika melihat persentase grafik diatas cahaya semakin naik ke level tertentu, grafik akan menunjukkan kondisi terang sesuai dengan intensitas cahaya yang terdeteksi.

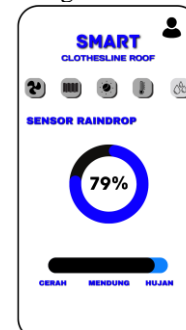
d) *Pengujian Monitoring Sensor Suhu DHT11*



Gambar 19. Monitoring Sensor Suhu DHT11

Pada gambar 19 Monitoring sensor suhu DHT11 melalui Aplikasi mobile kemudian menampilkan informasi suhu dan kelembaban dalam bentuk persentase dan juga dalam bentuk grafik yang menunjukkan perubahan temperatur dari waktu ke waktu. Dimana persentase yang ditampilkan adalah 37°C dengan hasil pembacaan grafik terakhir 37°C pada pukul 15.00 yang menunjukkan dari data pembacaan sensor kondisi tersebut panas dengan demikian tidak disarankan untuk tidak menjemur pakaian berlama – lama karena akan merusak pakaian yang menyebabkan pakainan cepat memudar. Rekaman suhu dan waktu ini juga memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kondisi lingkungan, yang bisa membantu dalam pengambilan keputusan, seperti kapan waktu terbaik untuk membuka atau menutup atap jemuran.

e) *Pengujian Monitoring Sensor Hujan*



Gambar 20. Monitoring Sensor Suhu Air Hujan

Pada gambar 20. adalah tampilan dari hasil pembacaan sensor air hujan, dimana persentase pembacaan sensor sebesar 79% maka kondisi tersebut dapat dikategorikan lingkungan di sekitar mengalami hujan karena air yang cukup banyak terdeteksi oleh sensor. Kondisi tersebut dapat dilihat melalui aplikasi mobile phone dan juga jika kondisi lingkungan mengalami hujan maka akan secara otomatis menutup kanopi atap jemuran tanpa perlu menutupnya secara manual. Pendekatan berbasis persentase ini memungkinkan sistem untuk tidak hanya mendeteksi adanya hujan, tetapi juga menilai intensitasnya, sehingga dapat memberikan respon yang lebih tepat dan efisien terhadap kondisi cuaca yang berubah-ubah serta juga pengguna merasa lebih aman karena tidak takut jemurannya akan kehujanan.

masih terang. Persentase air hujan sebesar 0% menunjukkan tidak terjadinya hujan, sehingga kondisi umumnya dianggap cerah. Oleh karena itu, atap jemuran tetap terbuka.

2. Pada pukul 10:00, suhu menurun menjadi 28 °C dengan kelembaban yang sedikit meningkat (25%). Resistansi LDR menurun menjadi 85%, menandakan sedikit berkurangnya intensitas cahaya. Persentase air hujan naik menjadi 10%, yang menunjukkan sedikit peningkatan intensitas hujan, tetapi kondisi masih dianggap cukup cerah, sehingga atap tetap terbuka.
3. Pada pukul 12:00, suhu menurun lebih jauh menjadi 24 °C, dengan kelembaban meningkat menjadi 80%. Resistansi LDR 35% menunjukkan kondisi pencahayaan yang semakin redup, yang mungkin disebabkan oleh awan tebal (mendung). Persentase air hujan adalah 60%, yang mungkin cukup untuk mempertimbangkan menutup atap. Sistem memutuskan untuk menutup atap mengingat kondisi mendung yang dapat berubah menjadi hujan.
4. Pada pukul 14:00, suhu lebih dingin (20 °C) dengan kelembaban yang menurun (97%). Resistansi LDR tinggi (10%), menunjukkan kondisi yang sangat redup atau gelap, mungkin karena hujan deras. Persentase air hujan sebesar 90% mengindikasikan bahwa hujan sedang terjadi. Atap tetap tertutup untuk melindungi pakaian dari basah.
5. Pada pukul 16:00, suhu kembali naik menjadi 26 °C, dan kelembaban menurun menjadi 50%. Resistansi LDR sebesar 70% menunjukkan cahaya yang cukup, dan meskipun persentase air hujan adalah 15%, cuaca umumnya cerah. Atap kembali terbuka, memungkinkan pakaian untuk kering dengan baik.
6. Pada pukul 18:00, suhu sedikit naik menjadi 27 °C dengan kelembaban tinggi (86%). Resistansi LDR sangat tinggi (0%), menandakan kondisi gelap atau malam hari. Persentase air hujan 0 menunjukkan tidak terjadinya hujan. Atap ditutup untuk melindungi pakaian dari kelembaban tinggi dan posisi kipas dalam kondisi *off*.

D. Hasil Pengujian Keseluruhan

Tabel 5 Pengujian Hasil Pengujian Keseluruhan

Waktu	Suhu °C	Kelembaban (%)	LDR (%)	Persentase Air Hujan (%)	Kondisi cuaca	Atap	Kipas
08.00	30 °C	30	90	0	Cerah	Terbuka	Off
10.00	28 °C	25	85	10	Cerah	Terbuka	Off
12.00	24° C	80	35	60	Mendung / redup	Tertutup	On
14.00	20° C	97	10	90	Hujan	Tertutup	On
16.00	26° C	50	70	15	Cerah	Terbuka	Off
18.00	27° C	86	0	0	Gelap	Tertutup	Off

Berdasarkan data pembacaan sensor pada tabel 5, berikut adalah penjelasan mengenai kondisi yang terdeteksi oleh sensor dan bagaimana sistem atap jemuran meresponsnya:

1. Pukul 08:00, suhu cukup hangat (30 °C) dengan kelembaban tinggi (30%). Resistansi LDR adalah 90%, yang menunjukkan bahwa kondisi pencahayaan

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat prototipe atap jemuran pintar berbasis internet of things (IoT) dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem prototipe atap jemuran yang telah dirancang dan berhasil diintegrasikan kedalam project IoT. Dengan 3 sensor utama yaitu: sensor suhu dan kelembaban (DHT11), sensor LDR dan sensor air hujan bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Pada miniatur jemuran, atap akan tertutup pada saat terjadi hujan dengan nilai resistansi sensor air di bawah atau sama

dengan 50%, suhu dingin dengan nilai sensor dibawa 20°C dan cahaya gelap dengan resistansi di bawah 25%. Maka saat itu kipas akan melakukan mode *on* hal ini bertujuan untuk membantu mengeringkan pakaian.. Selain itu juga di terdapat penambahan timer untuk menentukan berapa lama atap tetap terbuka atau tertutup.

2. Penggunaan aplikasi *mobile phone* setelah pengujian perangkat lunak memberikan hasil yang efektif dan efisien dalam penggunaannya. hal pengguna dapat mengendalikan dan pemantauan data sensor suhu dan kelembapan, cahaya dan air hujan secara real-time melalui perangkat mobile. Hasil Pengujian pengujian dilakukan pukul 08.00 – 18.00 dengan suhu 20°C – 30°C, Sensor LDR 0%-90%, sensor air hujan 0% - 90% dengan pergerakan atap sesuai dengan hasil pembacaan sensor. Dengan demikian penggunaan aplikasi ini sangat cocok untuk sistem otomatisasi rumah, termasuk monitoring atap jemuran otomatis.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, berikut beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut :

1. Integrasi sensor yang lebih canggih seperti sensor kecepatan angin atau intensitas sinar UV, untuk memberikan respon yang lebih tepat terhadap kondisi cuaca ekstrem
2. Pengembangan algoritma cerdas berbasis AI atau machine learning untuk memprediksi cuaca berdasarkan data historis dan tren saat ini sehingga atap jemuran dapat mengambil tindakan proaktif sebelum hujan turun.
3. Penambahan sumber tegangan lain seperti baterai sehingga dapat sumber energi alternatif, ketika listrik padam atau terputus agar alat tetap bisa bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adianto, Bayu, Rina Fiati, and Anastasya Latubessy. 2021. 'PROTOTYPE JEMURAN PINTAR PENDETEKSI HUJAN DENGAN MENGGUNAKAN MICKROKONTROLER ATMEGA2560 BERBASIS WEBSITE'. *Jurnal Dialektika Informatika (Detika)* 2 (1): 7-14. <https://doi.org/10.24176/detika.v2i1.6405>.
- [2] Febry Sulistiyono, Eka, and Anton Brevia Yunanda. 2022. 'RANCANG BANGUN ATAP JEMURAN OTOMATIS BERBASIS NODEMCU'. *Prosiding Senakama*. Vol. 1.
- [3] Fikriyah, Lulu. 2018. 'SISTEM KONTROL PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN ARDUINO WEB SERVER DAN EMBEDDED FUZZY LOGIC DI PT. INOAC POLYTECHNO INDONESIA'. *Jurnal Informatika SIMANTIK* 3 (1). www.jurnal.stmikcikarang.ac.id.
- [4] Hidayat, Dody, and Ika Sari. 2021. 'MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)'. *JURNAL TEKNOLOGI DAN ILMU KOMPUTER PRIMA (JUTIKOMP)* 4 (1): 525-30. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v4i1.1676>.
- [5] Husna, Raudhatul, Muhammad Nasir, and Hari Toha Hidayat. 2020. 'Rancang Bangun Prototype Jemuran Berbasis Iot (Internet of Things)'. *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi Dan Komputer*. Vol. 3.
- [6] MUJIB, ABDUL. 2023. 'PENGONTROLAN SISTEM ATAP JEMURAN BERBASIS LAYANAN SELULAR'. *Skripsi, Semarang: UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO*. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/21988>.
- [7] Siswanto, Deny. 2015. 'JEMURAN PAKAIAN OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR HUJAN DAN SENSOR LDR BERBASIS ARDUINO UNO'. *E-NARODROID* 1 (2): 62-72. <https://doi.org/10.31090/narodroid.v1i2.69>.
- [8] Siswanto, Siswanto, M Anif, Dwi Nur Hayati, and Yuhefizar Yuhefizar. 2019. 'PENGAMANAN PINTU RUANGAN MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA 2560, MQ-2, DHT-11 BERBASIS ANDROID'. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)* 3 (1): 66-72. <https://doi.org/10.29207/resti.v3i1.797>.
- [9] Sovian Salim Ibrahim, Muhammad, Ahmad Faisol, and Renaldi Primaswara Prasetya. 2023. 'RANCANG BANGUN APLIKASI CONTROLING DAN MONITORING RUANGAN JEMURAN PINTAR MENGGUNAKAN FIREBASE PADA ARDUINO DAN ANDROID'. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* 7 (1): 979-83. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6180>
- [10] Sujono, Sujono, and Zaenal Arifin. 2022. 'SISTEM KONTROL OTOMATIS SUHU DAN KELEMBAPAN PADA BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS IOT'. *Exact Papers in Compilation (EPiC)* 4 (3): 585-90. <https://doi.org/10.32764/epic.v4i3.705>.
- [11] Wibowo, B.C. and Nugraha, F., 2021. STEPPER MOTOR SPEED CONTROL USING START-STOP METHOD BASED ON PLC. *J. Tek. Elektro dan Komput. UNSRAT*, 10, pp.213-220.
- [12] Wisnumurti, Wisnumurti, Yunita Trimarsiah, and Sri Tita Faulina. 2022. 'PENERAPAN AGILE DEVELOPMENT METHODOLOGY PADA SISTEM INFORMASI PENJUALAN ECER DAN GROSIR TOKO KINANTI MARTAPURA'. *JUTIM (Jurnal Teknik Informatika Musirawas)* 7 (2): 109-20. <https://doi.org/10.32767/jutim.v7i2.1727>