

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi pada era digital saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat, khususnya pada bidang otomatisasi dan *Internet of Things* (IoT). Kemajuan teknologi telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, terlihat dari adanya berbagai perangkat canggih yang diciptakan untuk memudahkan aktivitas sehari-hari. Teknologi IoT memungkinkan berbagai perangkat elektronik dapat saling terhubung, berkomunikasi, dan berbagi data melalui jaringan internet (Gubbi et al., 2013), sehingga mampu melakukan monitoring dan pengendalian secara *real-time* dari jarak jauh. Penerapan teknologi IoT telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti sistem keamanan, pertanian, industri, kedokteran, maupun bidang-bidang lain yang terus berkembang (Crysostomus et al., 2025), salah satunya seperti konsep pada *smart home*. Dengan adanya perkembangan ilmu teknologi dan pengetahuan, tercipta sebuah aplikasi rumah pintar (*smart home*) yang berfungsi untuk memantau ataupun mengontrol dari segi aspek keamanan rumah dan perangkat rumah dengan jarak jauh menggunakan smartphone (Andhini et al., 2020). Selain itu, IoT juga terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, misalnya air, serta memudahkan pengguna dalam melakukan pengendalian jarak jauh (Sidik & Haryono, 2024). Temuan tersebut sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa penerapan IoT dapat meningkatkan efisiensi sekaligus memberikan kemudahan dalam mengendalikan perangkat elektronik secara otomatis dan terintegrasi.

Salah satu bentuk penerapan teknologi otomatisasi pada konsep *smart home* adalah sistem kanopi otomatis. Kanopi merupakan bagian bangunan yang berfungsi sebagai pelindung dari panas matahari maupun air hujan pada area tertentu, seperti teras rumah, garasi kendaraan, toko, maupun tempat usaha. Pada umumnya, pengoperasian kanopi masih dilakukan secara manual dengan cara membuka dan menutup menggunakan tenaga manusia. Sistem manual tersebut dinilai kurang efektif karena pengguna harus selalu berada di lokasi untuk mengoperasikan kanopi sesuai kondisi cuaca yang berubah-ubah

Perubahan cuaca yang tidak menentu menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi kebutuhan terhadap sistem otomatis pada kanopi. Ketika hujan turun secara tiba-tiba dan pengguna tidak berada di rumah, maka area yang seharusnya terlindungi oleh kanopi dapat terkena air hujan sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan pada barang atau peralatan yang berada di bawahnya. Selain itu, pada kondisi cuaca panas, kanopi juga diperlukan untuk mengurangi intensitas sinar matahari yang masuk ke area tertentu agar tetap nyaman digunakan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu bekerja secara otomatis sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem otomatis berbasis sensor untuk membantu proses pengendalian perangkat secara otomatis. Penelitian oleh (Kurnia et al., 2021) menunjukkan bahwa sistem otomatis berbasis sensor hujan mampu memberikan respons cepat terhadap perubahan kondisi cuaca. Namun, sistem yang hanya menggunakan satu parameter sensor masih memiliki keterbatasan karena keputusan pengendalian yang dihasilkan kurang tepat pada kondisi tertentu. Misalnya, ketika cuaca mendung tetapi belum turun hujan, sistem terkadang tidak mampu menentukan kondisi lingkungan secara tepat. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, penelitian lain mengusulkan penggunaan kombinasi multi-sensor agar keputusan sistem menjadi lebih tepat dan representatif terhadap kondisi lingkungan (Susanto et al., 2021).

Selain sensor hujan, sensor cahaya juga banyak digunakan dalam sistem otomatisasi untuk mendeteksi intensitas cahaya lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh (Mulyati et al., 2023) menunjukkan bahwa kombinasi sensor hujan dan sensor cahaya mampu meningkatkan ketepatan pengambilan keputusan sistem otomatis dibandingkan penggunaan sensor tunggal karena informasi kondisi lingkungan yang diperoleh menjadi lebih lengkap. Namun, intensitas cahaya saja belum cukup untuk menggambarkan kondisi perubahan cuaca dan kenyamanan termal di sekitar area bangunan secara utuh, sehingga diperlukan parameter tambahan seperti suhu lingkungan agar sistem memperoleh informasi kondisi lingkungan yang lebih lengkap mengenai kondisi lingkungan sebagai dasar dalam menentukan perubahan posisi bukaan kanopi. Akan tetapi, pengambilan keputusan pada sistem otomatis tetap memerlukan metode pengolahan data yang mampu

menyesuaikan kondisi lingkungan yang berubah secara bertahap dan tidak pasti. Oleh karena itu, metode logika fuzzy digunakan untuk mengolah informasi tersebut secara adaptif.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah metode *Fuzzy Logic*. *Fuzzy logic* merupakan metode pengambilan keputusan yang meniru cara berpikir manusia berdasarkan kondisi tertentu yang bersifat samar atau tidak pasti. Metode ini mampu mengolah data input dari sensor menjadi suatu keputusan berdasarkan aturan (*rule*) yang telah ditentukan. Penggunaan *fuzzy logic* dinilai lebih fleksibel dibandingkan logika konvensional karena mampu menghasilkan keputusan secara bertahap sesuai kondisi lingkungan sebenarnya. Meskipun demikian, perlu dipahami bahwa penerapan metode *Fuzzy Logic* tidak bertujuan untuk meningkatkan akurasi pengukuran sensor. Tingkat akurasi pengukuran tetap bergantung pada karakteristik sensor, proses kalibrasi, dan kondisi lingkungan saat pengukuran dilakukan. Dalam penelitian ini, metode *Fuzzy Logic* Mamdani digunakan sebagai metode pengambilan keputusan (*decision making*) yang mengolah data dari beberapa sensor, yaitu sensor suhu, sensor intensitas cahaya, dan sensor hujan. Dengan memanfaatkan kombinasi ketiga parameter tersebut, sistem dapat menentukan posisi bukaan kanopi secara lebih adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan dibandingkan apabila keputusan hanya didasarkan pada satu parameter atau menggunakan nilai ambang (*threshold*) tetap.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Prasetyawan & Anifah, 2021) menunjukkan bahwa penerapan *fuzzy logic* pada sistem kontrol lampu rumah otomatis dapat meningkatkan ketepatan respons alat terhadap perubahan kondisi lingkungan, khususnya intensitas cahaya dan keberadaan gerakan. Selain itu, penelitian oleh (Rofiq et al., 2024) menyatakan bahwa metode *fuzzy logic* efektif digunakan pada sistem kontrol otomatis karena mampu mengurangi kesalahan pengambilan keputusan yang disebabkan oleh perubahan data sensor cahaya yang tidak stabil. Sejalan dengan itu, (Imran et al., 2025) juga membuktikan bahwa penerapan *fuzzy logic* pada sistem kontrol AC berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi energi sekaligus menjaga kenyamanan ruangan melalui pengendalian suhu yang adaptif.

Dalam implementasinya, sistem kanopi otomatis dapat dikembangkan menggunakan mikrokontroler yang telah mendukung koneksi internet, seperti ESP8266. ESP8266 memiliki fitur WiFi yang memungkinkan sistem terhubung dengan platform IoT sehingga pengguna dapat melakukan monitoring dan pengendalian alat melalui smartphone atau website secara *real-time*. Dengan adanya sistem monitoring berbasis IoT, pengguna dapat mengetahui kondisi sensor, status kanopi, maupun melakukan kontrol manual apabila diperlukan. Pada penelitian ini, implementasi sistem tersebut dirancang dalam skala laboratorium menggunakan komponen elektronik mini sebagai representasi mekanik dari sistem kanopi yang sebenarnya.

Sistem kontrol yang dikembangkan pada penelitian ini berfokus pada pengendalian posisi bukaan kanopi secara otomatis sesuai kondisi lingkungan yang terdeteksi. Posisi kanopi diklasifikasikan menjadi tiga kondisi, yaitu tutup, setengah, dan buka. Keputusan pengendalian dihasilkan melalui proses inferensi *Fuzzy Logic* Mamdani berdasarkan kombinasi data sensor suhu, intensitas cahaya, dan hujan, kemudian dieksekusi oleh motor DC sebagai aktuator. Dengan demikian, tujuan utama sistem kontrol bukan memperbaiki hasil pembacaan sensor, melainkan menghasilkan keputusan pengendalian yang lebih sesuai terhadap kondisi lingkungan secara *real-time*.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan dan permasalahan yang telah dijelaskan, maka diperlukan pengembangan sebuah prototipe kanopi otomatis berbasis IoT dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Sistem ini dirancang sebagai model simulasi untuk mampu mengatur posisi bukaan kanopi secara otomatis berdasarkan data dari sensor hujan, sensor intensitas cahaya, dan sensor suhu. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur monitoring berbasis internet sehingga dapat memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengawasi kondisi prototipe kanopi ini secara *real-time*.

Pengembangan prototipe skala kecil ini diharapkan mampu menjadi langkah awal (*proof of concept*) untuk meningkatkan efisiensi penggunaan kanopi, memberikan perlindungan yang lebih optimal terhadap perubahan cuaca, serta meminimalkan kesalahan manusia dalam pengoperasian kanopi. Dengan memanfaatkan metode *fuzzy logic* dan teknologi IoT, sistem prototipe yang

dikembangkan diharapkan mampu bekerja secara adaptif, responsif, dan sesuai dengan kebutuhan sistem otomatisasi masa kini.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Pengoperasian kanopi yang ada saat ini sebagian besar masih dilakukan secara manual menggunakan tenaga manusia, sehingga kurang efektif apabila pengguna tidak berada di lokasi saat terjadi perubahan cuaca mendadak.
2. Perubahan cuaca yang tidak menentu dapat menyebabkan kerusakan pada barang atau peralatan yang berada di bawah kanopi jika terlambat dilakukan penutupan saat hujan turun.
3. Penggunaan sistem otomatisasi kanopi yang hanya menggunakan satu parameter sensor masih memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan kondisi lingkungan sehingga keputusan pengendalian yang dihasilkan kurang tepat pada kondisi tertentu.
4. Diperlukan parameter tambahan seperti suhu lingkungan untuk melengkapi sensor cahaya dan sensor hujan agar sistem memperoleh informasi kondisi lingkungan yang lebih lengkap sehingga keputusan pengendalian dapat dilakukan secara lebih adaptif.
5. Diperlukan metode pengambilan keputusan yang fleksibel seperti *Fuzzy Logic* untuk mengolah data multi-sensor yang sifatnya samar atau berubah secara bertahap pada kondisi lingkungan nyata.
6. Belum adanya sistem pemantauan (monitoring) jarak jauh terintegrasi yang memudahkan pengguna untuk mengawasi status kanopi dan kondisi sensor secara *real-time*.

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas dari tujuan utama, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada perancangan, pembuatan, dan pengujian prototipe kanopi otomatis dalam skala laboratorium (miniatur), sehingga hasil penelitian belum ditujukan untuk implementasi pada kanopi berukuran sebenarnya (full-scale).

2. Sistem pengambilan keputusan pada penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani dengan tiga masukan berupa suhu, intensitas cahaya, dan hujan, untuk menentukan posisi bukaan kanopi.
3. Mikrokontroler yang digunakan sebagai pusat kendali dan komunikasi data *Internet of Things* (IoT) adalah ESP8266.
4. Pengujian sistem kontrol otomatisasi dan monitoring dilakukan pada lingkungan simulasi terkontrol (skala laboratorium).
5. Sistem penggerak kanopi pada prototipe ini disimulasikan menggunakan motor penggerak skala kecil seperti motor DC 12V sebagai representasi mekanik.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun prototipe sistem kanopi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP8266?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode *Fuzzy Logic* Mamdani sebagai sistem pengambilan keputusan untuk mengendalikan posisi bukaan kanopi berdasarkan data sensor suhu, intensitas cahaya, dan hujan secara adaptif?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem monitoring berbasis internet agar pengguna dapat memantau status prototipe kanopi secara *real-time* melalui smartphone atau website?

1.5. Tujuan Penelitian

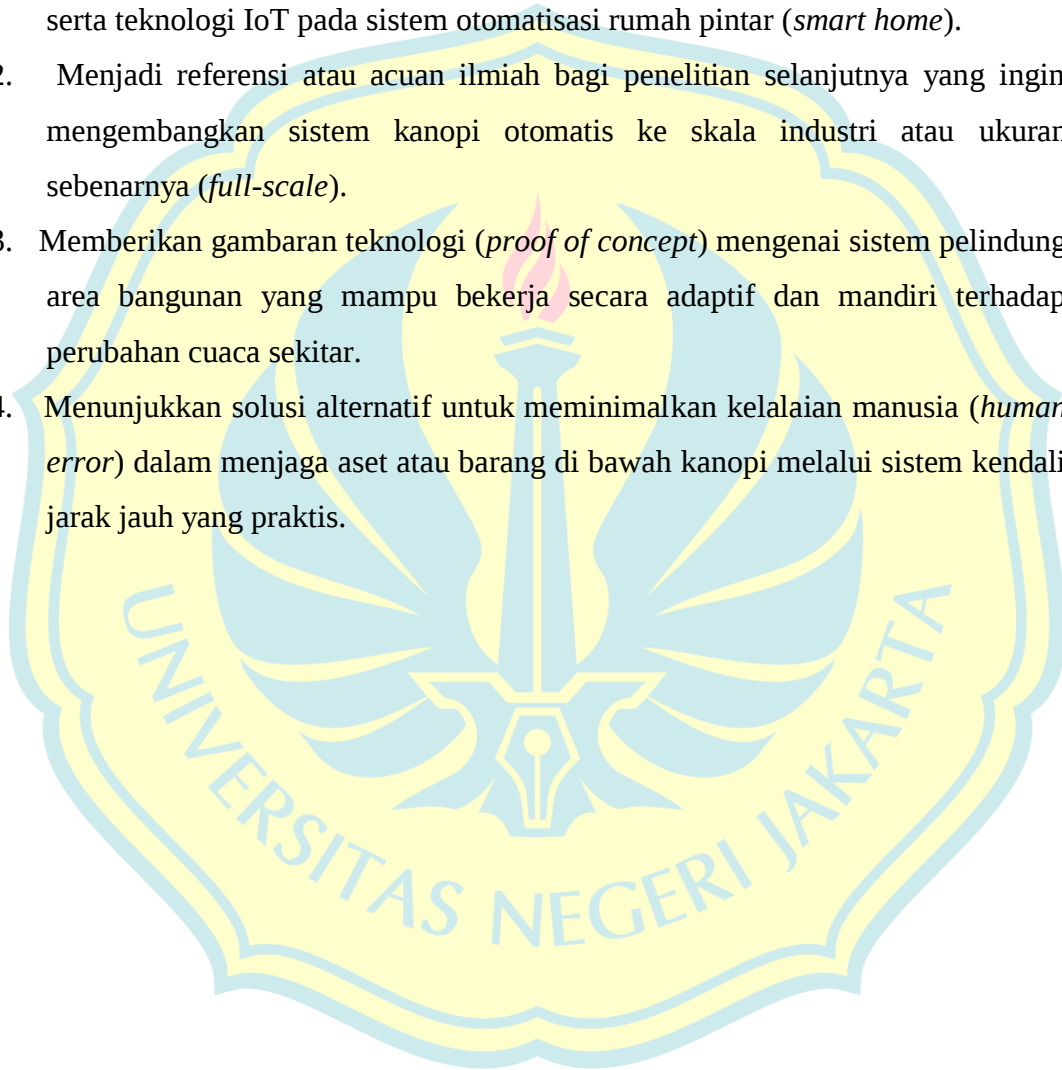
Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membuat prototipe sistem kanopi otomatis berbasis IoT dengan kendali mikrokontroler ESP8266 skala laboratorium yang dapat beroperasi sesuai rancangan sistem.
2. Menerapkan metode *Fuzzy Logic* Mamdani sebagai sistem pengambilan keputusan untuk mengendalikan posisi bukaan kanopi secara otomatis berdasarkan kombinasi data sensor suhu, intensitas cahaya, dan hujan secara adaptif terhadap kondisi lingkungan.
3. Membangun fitur monitoring berbasis IoT yang responsif untuk mengawasi kondisi sensor dan status operasional prototipe kanopi dari jarak jauh secara *real-time* serta memudahkan proses pemantauan sistem.

1.6. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang luas, baik dari segi akademis bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun secara praktis bagi masyarakat, dengan rincian sebagai berikut:

1. Sebagai sarana untuk menerapkan dan menguji keandalan metode *Fuzzy Logic* serta teknologi IoT pada sistem otomatisasi rumah pintar (*smart home*).
2. Menjadi referensi atau acuan ilmiah bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengembangkan sistem kanopi otomatis ke skala industri atau ukuran sebenarnya (*full-scale*).
3. Memberikan gambaran teknologi (*proof of concept*) mengenai sistem pelindung area bangunan yang mampu bekerja secara adaptif dan mandiri terhadap perubahan cuaca sekitar.
4. Menunjukkan solusi alternatif untuk meminimalkan kelalaian manusia (*human error*) dalam menjaga aset atau barang di bawah kanopi melalui sistem kendali jarak jauh yang praktis.



Intelligentia - Dignitas