

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan air conditioner (AC) telah menjadi bagian penting dalam menunjang kenyamanan di lingkungan rumah tangga maupun industri. Namun, pemakaian AC yang tidak terkontrol dapat meningkatkan konsumsi energi listrik dan menyebabkan kenaikan biaya operasional. Salah satu kondisi yang sering terjadi adalah AC tetap beroperasi ketika ruangan sedang tidak digunakan, sehingga energi listrik terpakai tanpa memberikan manfaat yang optimal (Hendro & Darma, 2022).

Selain permasalahan penggunaan, performa sistem pendingin juga menjadi faktor penting dalam efisiensi kerja AC. Wiratmaja et al. (2021) menjelaskan bahwa kemampuan AC dalam mendinginkan ruangan berkaitan dengan proses pelepasan panas pada kondensor. Penggunaan kombinasi udara dan air sebagai media pendingin dilaporkan mampu meningkatkan laju pendinginan secara lebih baik daripada sistem yang hanya memanfaatkan udara. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa kinerja AC dipengaruhi oleh karakteristik teknis sistemnya. Hal ini menunjukkan bahwa selain faktor teknis pada sistem AC, diperlukan juga upaya pengendalian penggunaan AC agar lebih efisien. Salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi penggunaan AC adalah menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Teknologi ini memungkinkan perangkat dikendalikan dari lokasi berbeda melalui koneksi internet, sehingga pengguna dapat mengatur pengoperasian AC dengan lebih praktis sesuai kebutuhan.

Penelitian mengenai sistem pendingin AC Split menunjukkan bahwa peningkatan kinerja sistem tidak hanya berkaitan dengan pengoperasian AC, tetapi juga dipengaruhi oleh karakteristik komponen di dalamnya. (Elisa et al., 2022) menunjukkan bahwa variasi jarak dan material sirip kondensor dapat memengaruhi laju perpindahan panas pada AC Split. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya pengoperasian dan pengendalian AC yang tepat agar sistem dapat digunakan secara efektif sesuai kebutuhan.

(Gea, 2024) meneliti penggunaan alat kontrol jarak jauh atau *controller* berbasis IoT memberikan hasil yang efisien dibandingkan menggunakan remote control AC biasa. Hal ini diperkuat oleh penelitian sistem pengendali AC berbasis IoT yang mampu memberikan hasil yang cukup baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kendali AC berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22 dan aplikasi Blynk dapat berfungsi dengan baik untuk menggantikan remote konvensional. Pengguna dapat mengendalikan berbagai fungsi AC seperti UP, Down, Fanspeed, Swing, dan Mode secara jarak jauh melalui smartphone yang terkoneksi dengan WiFi. Pengujian sistem juga menunjukkan tingkat akurasi sensor yang cukup baik, dengan rata-rata error sensor suhu berkisar antara 1,62% hingga 2,05%, yang masih dapat diterima untuk aplikasi monitoring suhu dan kelembaban ruangan. Oleh karena itu, sistem ini terbukti efektif dalam memberikan solusi pengendalian AC jarak jauh sekaligus memantau kondisi lingkungan ruangan.

(Syukhron et al., 2021) mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian jarak jauh pada kompos pintar dengan menerapkan teknologi IoT. Sistem tersebut

mengintegrasikan Wemos D1R1, sensor DHT22, sensor pH, sensor MQ4, dan aplikasi Blynk. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa komponen-komponen yang digunakan dapat menjalankan fungsi pemantauan dan pengendalian sesuai rancangan. Setiap modul dapat melakukan akuisisi data secara akurat, di mana hasil pembacaan sensor yang ditampilkan pada aplikasi Blynk tidak berbeda jauh dengan hasil pada serial monitor. Selain itu, sistem ini juga dapat mengendalikan relay untuk mengoperasikan pompa air maupun motor AC sesuai kebutuhan. Pengujian menunjukkan bahwa perangkat masih dapat dioperasikan dari jarak maksimal 25 meter, walaupun terdapat sedikit keterlambatan respons. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan IoT dapat mendukung fungsi pemantauan dan pengendalian perangkat dari jarak jauh.

Survei pendahuluan yang dilakukan peneliti menunjukkan bahwa remote AC konvensional memiliki keterbatasan jangkauan pengoperasian. Keterbatasan tersebut dapat menyulitkan pengguna ketika ingin mengendalikan AC dari lokasi yang berbeda. Oleh sebab itu, diperlukan perangkat pengendali berbasis IoT yang memungkinkan pengoperasian dan pemantauan suhu ruangan secara jarak jauh. Internet dimanfaatkan untuk menghubungkan perangkat-perangkat elektronik secara global, dengan koneksi internet juga mampu mengendalikan benda secara jarak jauh, yang biasa dikenal dengan IoT.

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini masih berada pada tahap prototipe dan pengujiannya dilakukan di lingkungan laboratorium. Kondisi tersebut membuat kemampuan sistem belum sepenuhnya menggambarkan penerapannya dalam penggunaan sehari-hari. Oleh karena itu, pengembangan berikutnya diperlukan untuk

meningkatkan keandalan, kepraktisan, dan kesiapan produk sebelum diterapkan secara lebih luas. Pengembangan lanjutan dapat diarahkan pada penambahan fitur kendali melalui smartphone. Selain fungsi menghidupkan dan mematikan AC serta memantau suhu ruangan, sistem dapat dikembangkan agar mampu mengatur temperatur, kecepatan kipas, dan mode pengoperasian AC. Dengan demikian, pengguna dapat memperoleh pengalaman yang lebih lengkap seperti saat menggunakan remote AC biasa.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian yang dikemukakan pada latar belakang mengenai permasalahan yang ditemukan, maka dapat diidentifikasi masalah-masalah berikut:

1. Penggunaan AC yang kurang efisien karena banyak pengguna sering lupa mematikan AC saat meninggalkan rumah, sehingga menyebabkan pemborosan energi listrik.
2. Kurangnya fleksibilitas pengendalian AC, sehingga ketika pengguna sedang berada di luar rumah, tidak ada cara untuk mengontrol AC jika lupa dimatikan.
3. Remot AC konvensional cenderung lebih mudah rusak atau hilang karena umumnya terbuat dari material dengan daya tahan yang relatif rendah serta memiliki ukuran kecil, sehingga mudah tercecer. Selain itu, harga remot konvensional yang relatif murah menyebabkan tingkat kehati-hatian pengguna dalam penyimpanan dan penggunaan menjadi lebih rendah. Sebaliknya, penggunaan smartphone sebagai media pengendali AC dinilai lebih aman dan

terjaga, mengingat smartphone memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi sehingga pengguna cenderung lebih berhati-hati dalam perawatan dan penyimpanannya.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan masalah dalam penelitian ini tidak meluas, maka dapat diuraikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Uji kinerja alat *controller* AC split berbasis IoT dilakukan di laboratorium.
2. Fungsi kontrol AC pada alat ini hanya sebatas menghidupkan (ON) dan mematikan (OFF) AC split menggunakan aplikasi smartphone berbasis IoT, belum mencakup pengaturan mode, kecepatan kipas, ataupun pengaturan suhu otomatis.
3. Monitoring yang dikembangkan hanya terbatas pada informasi suhu ruangan menggunakan sensor suhu dan ditampilkan pada aplikasi, tanpa adanya integrasi kelembaban atau sensor lain.
4. Sistem hanya diuji dalam lingkup laboratorium, sehingga performa alat pada kondisi nyata di lapangan (rumah, kantor, atau ruangan lain) belum menjadi fokus penelitian ini.
5. Jenis AC yang digunakan dibatasi pada AC split dengan sistem kontrol berbasis remote smartphone, sehingga alat ini belum diuji untuk tipe AC lain seperti AC central atau AC dengan sistem komunikasi digital.

6. Aplikasi smartphone yang digunakan hanya untuk fungsi dasar kendali dan monitoring, belum terintegrasi dengan sistem smart home yang lebih luas.
7. Aspek keamanan jaringan IoT (seperti enkripsi data atau autentikasi pengguna) tidak menjadi fokus utama penelitian, melainkan hanya fungsi dasar koneksi antara smartphone dan alat.
8. Penelitian ini berfokus pada pembuatan prototipe, sehingga tidak membahas tahap produksi massal ataupun analisis biaya produksi secara mendetail.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan identifikasi dan pembatasan masalah, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancangan alat *controller* AC split berbasis IoT yang dapat dikendalikan untuk menghidupkan dan mematikan AC melalui smartphone?
2. Bagaimana tingkat kelayakan alat *controller* AC split berbasis IoT ?
3. Bagaimana kinerja alat *controller* AC split berbasis IoT saat menghidupkan dan mematikan AC melalui smartphone?

1.5 Tujuan Pengembangan

Selaras dengan rumusan masalah yang ditetapkan, apa tujuan yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui proses rancang bangun alat *controller* AC split berbasis IoT yang dapat dikendalikan untuk menghidupkan dan mematikan AC melalui smartphone.
2. Untuk mengetahui kinerja alat *controller* AC split berbasis IoT saat menghidupkan dan mematikan AC melalui smartphone.
3. Untuk mengetahui tingkat kelayakan alat *controller* AC split berbasis IoT.

1.6 Spesifikasi Produk yang Diinginkan

Produk yang dikembangkan melalui penelitian ini berupa perangkat pengendali AC Split dengan teknologi IoT. Perangkat tersebut dirancang berdasarkan sejumlah spesifikasi yang mendukung fungsi pengendalian dan pemantauan AC melalui smartphone. Spesifikasi produk yang dikembangkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem *controller* dapat menghidupkan (ON) dan mematikan (OFF) AC split melalui aplikasi smartphone
- 2) Menggunakan DHT22 sebagai sensor pendeteksi suhu secara *real-time*.
- 3) Sistem pengendalian otomatis berbasis mikrokontroler ESP32, yang mampu menerima perintah melalui jaringan Wi-Fi untuk mengendalikan AC.

- 4) Produk dirancang sebagai solusi hemat energi, agar pengguna dapat mematikan AC ketika lupa meninggalkannya dalam kondisi menyala.

1.7 Pentingnya Pengembangan

Pengembangan ini bertujuan menghasilkan prototipe pengendali AC Split berbasis IoT yang dapat mendukung aktivitas sehari-hari. Kehadiran perangkat tersebut diharapkan memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengoperasikan AC sekaligus membantu mengurangi penggunaan energi listrik yang tidak diperlukan.

Pentingnya pengembangan penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

- 1) Pengembangan *controller* AC split berbasis IoT ini membantu masyarakat yang sering lupa mematikan AC atau merasa kesulitan ketika harus bangun hanya untuk mematikan AC secara manual menggunakan remote, sehingga lebih praktis dan efisien.
- 2) Pengembangan *controller* AC berbasis IoT ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, karena pengguna dapat mematikan AC dari jarak jauh melalui smartphone ketika sedang berada di luar rumah, sehingga mencegah pemborosan energi.
- 3) Pengembangan *controller* AC ini dapat dijadikan sebagai media pembelajaran praktis dalam bidang elektronika, mikrokontroler dan, IoT, khususnya bagi mahasiswa atau peneliti yang ingin mengembangkan teknologi otomasi rumah tangga.

1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Penelitian pengembangan untuk menghasilkan *controller* AC split berbasis IoT yang dapat menghidupkan, mematikan, serta memantau suhu ruangan melalui smartphone ini didasarkan pada asumsi dan keterbatasan sebagai berikut.

1. Asumsi Pengembangan

- 1) Mikrokontroler ESP32 diasumsikan mampu memproses data sensor dan mengirimkan perintah kontrol AC secara real-time melalui jaringan Wi-Fi. Kapasitas memori, kecepatan pemrosesan, serta kestabilan modul komunikasi bawaan ESP32 dianggap cukup untuk menangani keseluruhan fungsi alat tanpa mengalami crash.
- 2) Pengembangan *controller* AC berbasis IoT ini diasumsikan dapat membantu pengguna dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam menghemat energi listrik dengan cara mematikan AC dari jarak jauh. Alat ini dianggap sebagai solusi praktis dan terjangkau yang dapat menggantikan penggunaan remote manual ketika pengguna lupa atau sedang berada di luar rumah.
- 3) *Controller* AC split ini dilengkapi dengan sensor suhu DHT22 yang dapat bekerja dengan baik dalam kondisi ruangan tertutup. Sensor diasumsikan mampu memberikan pembacaan suhu secara konsisten dan real-time agar sistem monitoring dapat berjalan optimal. Jika sensor mengalami keterlambatan atau error baca, maka informasi suhu ruangan yang ditampilkan bisa menjadi tidak akurat.

2. Keterbatasan Pengembangan

- 1) *Controller* AC split yang dikembangkan hanya dapat mengendalikan fungsi dasar berupa ON/OFF, belum mencakup pengaturan mode pendinginan, suhu AC, kecepatan kipas, maupun arah hembusan udara.
- 2) Produk yang dikembangkan hanya berupa prototipe dan pengujiannya terbatas di laboratorium, sehingga belum diimplementasikan dalam uji lapangan pada skala rumah tangga atau perkantoran.
- 3) Alat ini hanya mendukung AC split yang masih menggunakan remote infrared standar, sehingga tidak bisa digunakan pada AC dengan sistem kontrol digital yang lebih kompleks atau berbasis aplikasi bawaan pabrik.

1.9 Definisi Istilah

Adapun untuk menghindari kesalah pahaman terhadap kata-kata serta istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka dipandang perlu untuk mendefinisikan istilah-istilah yang digunakan pada penelitian ini.

- 1) *Controller* AC Split Berbasis IoT adalah sebuah alat kendali jarak jauh yang dirancang untuk menghidupkan dan mematikan AC split serta menampilkan informasi suhu ruangan melalui smartphone dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT).
- 2) ESP32 adalah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan Wi-Fi dan Bluetooth bawaan, berfungsi sebagai pusat pengendali (otak sistem). ESP32

menerima data dari sensor suhu, memproses informasi, serta mengirimkan perintah ke modul pemancar infrared untuk mengontrol AC.

- 3) Sensor DHT22 adalah sensor digital yang digunakan untuk mendeteksi suhu ruangan dengan tingkat akurasi tinggi. Data yang dihasilkan sensor ini dikirimkan ke ESP32 untuk ditampilkan ke aplikasi smartphone.
- 4) Relay/Kontaktor adalah komponen saklar elektronik yang digunakan untuk mengendalikan aliran listrik pada AC split. Relay atau kontaktor berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan daya listrik sehingga AC dapat dinyalakan atau dimatikan secara otomatis. Pada sistem ini, relay/kontaktor dikendalikan oleh ESP32 melalui sinyal kontrol, sehingga proses pengoperasian AC dapat dilakukan dengan aman tanpa kontak langsung dengan sumber tegangan tinggi.
- 5) *Internet of Things* (IoT) adalah konsep menghubungkan benda atau perangkat elektronik ke jaringan internet sehingga dapat saling berkomunikasi, mengirim, dan menerima data secara real-time. Dalam penelitian ini, IoT memungkinkan smartphone untuk mengendalikan AC dari jarak jauh.
- 6) Smartphone adalah perangkat bergerak yang digunakan sebagai media kendali AC melalui aplikasi IoT (Blynk) untuk mengirimkan perintah ON/OFF serta menampilkan informasi suhu ruangan.
- 7) Aplikasi IoT (Blynk) adalah aplikasi berbasis cloud yang digunakan untuk menghubungkan ESP32 dengan smartphone. Aplikasi ini menjadi antarmuka bagi pengguna untuk mengontrol AC dan memantau suhu ruangan.

- 8) *Prototype* adalah rancangan awal dari produk kontroler AC berbasis IoT yang masih dalam tahap pengujian di laboratorium. Prototype ini berfungsi untuk menguji kelayakan desain sebelum dilakukan produksi dalam skala yang lebih besar.
- 9) AC Split adalah perangkat pendingin ruangan (*Air Conditioner*) yang terdiri dari unit indoor dan outdoor, umum digunakan di rumah maupun perkantoran. Pada penelitian ini, AC split yang dikendalikan masih menggunakan sistem remote infrared standar.

