

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap di mana rancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya direalisasikan ke dalam bentuk perangkat yang dapat berfungsi secara nyata. Sistem yang dikembangkan dalam tugas akhir ini adalah kipas pintar berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu bekerja secara otomatis berdasarkan suhu lingkungan dan juga dapat dikontrol secara manual melalui aplikasi Telegram.

Perangkat utama yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266, yang bertugas sebagai otak sistem untuk membaca data dari sensor suhu, memproses data, dan mengirim serta menerima perintah dari bot Telegram. Sensor suhu yang digunakan adalah DHT22, yang mampu membaca suhu dengan akurasi tinggi dan mengirimkan data ke mikrokontroler untuk dianalisis.

Apabila suhu ruangan terdeteksi melebihi ambang batas tertentu, maka sistem akan secara otomatis mengaktifkan kipas angin melalui modul relay. Kipas akan mati secara otomatis saat suhu kembali turun di bawah ambang batas. Selain mode otomatis, pengguna juga dapat mengontrol kipas secara manual dari jarak jauh melalui perintah teks menggunakan aplikasi Telegram.

Sistem ini dirancang untuk mendukung fleksibilitas dan kenyamanan pengguna dalam mengatur sirkulasi udara, serta memberikan solusi hemat energi melalui otomatisasi.

Implementasi sistem ini dibagi ke dalam dua bagian utama, yaitu implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, yang dijelaskan sebagai berikut:

4.1.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras dalam sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk menjalankan fungsi kipas pintar, yaitu:

1. Arduino Uno : Berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengolah data dari sensor suhu dan mengendalikan modul relay serta LCD 1602. Arduino Uno bertanggung jawab pada proses logika dasar sistem.
2. NodeMCU ESP8266 : Digunakan sebagai modul komunikasi Wi-Fi yang menghubungkan sistem ke jaringan internet, sehingga dapat berkomunikasi dengan aplikasi Telegram. NodeMCU bertugas mengirim dan menerima perintah dari bot Telegram.
3. Sensor Suhu DHT22 : Sensor ini digunakan untuk mengukur suhu lingkungan secara akurat dengan rentang pengukuran dari -40°C hingga 80°C dan tingkat akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Data suhu ini dikirimkan ke Arduino untuk diproses.
4. LCD 1602 : Sebagai layar tampilan yang menampilkan data suhu secara real-time dan status kipas (menyala atau mati), sehingga pengguna dapat memantau kondisi alat secara langsung.
5. Modul Relay : Berfungsi sebagai saklar elektronik yang menghubungkan dan memutus aliran listrik ke kipas sesuai perintah dari Arduino.

6. Kipas Angin : Merupakan aktuator yang akan menyala atau mati berdasarkan hasil pembacaan suhu dan perintah dari Telegram.
7. Kabel Jumper : Untuk menghubungkan rangkaian secara fleksibel.

4.1.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Pada sistem Perancangan Kipas Pintar ini, perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dan memanfaatkan fitur Telegram Bot untuk kontrol jarak jauh. Berikut penjelasannya masing-masing:

1. Arduino IDE : Arduino IDE adalah lingkungan pengembangan (*Integrated Development Environment*) yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan meng-upload program ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Dalam proyek ini, Arduino IDE digunakan dengan bahasa pemrograman C/C++ untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi berikut:
 - a. Pembacaan sensor suhu DHT22 secara berkala.
 - b. Pengendalian modul relay untuk menyalakan atau mematikan kipas berdasarkan nilai suhu dan perintah dari Telegram.
 - c. Pengelolaan tampilan LCD 1602, menampilkan data suhu dan status kipas secara real-time.
 - d. Manajemen koneksi Wi-Fi agar NodeMCU dapat terhubung dengan internet dan berkomunikasi dengan server Telegram.
2. Telegram Bot : Telegram Bot adalah aplikasi otomatis yang berjalan di server Telegram, berfungsi sebagai antarmuka komunikasi antara pengguna

dan perangkat NodeMCU. Dalam proyek ini, Telegram Bot memungkinkan pengguna untuk:

- a. Mengirim perintah pengendalian kipas secara manual, seperti perintah on untuk menyalakan dan off untuk mematikan kipas.
- b. Meminta status suhu dan kipas dengan perintah /status.
- c. Menerima informasi responsif berupa data suhu dan status kipas secara real-time.

4.2 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Rangkaian keseluruhan sistem merupakan integrasi dari semua komponen perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem kipas pintar. Komponen-komponen ini dihubungkan dan diprogram agar dapat bekerja secara otomatis berdasarkan suhu ruangan, serta dikendalikan secara manual melalui perintah dari Telegram.



Gambar 4.1 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Penjelasan Fungsi Masing-Masing Modul:

1. Arduino Uno : Berfungsi sebagai pengendali utama dalam membaca data dari sensor suhu DHT22, mengendalikan relay untuk menyalakan atau mematikan kipas, serta menampilkan informasi suhu dan status kipas pada LCD 1602. Arduino Uno bertanggung jawab dalam menjalankan logika otomatisasi suhu.
2. NodeMCU ESP8266 : Bertugas sebagai modul komunikasi nirkabel (*Wi-Fi*) yang digunakan untuk menghubungkan sistem dengan internet dan mengelola komunikasi antara pengguna dan perangkat melalui Telegram Bot. NodeMCU menerima perintah dari Telegram dan mengirimkan data suhu ke pengguna.
3. Sensor Suhu DHT22 : Terhubung ke Arduino Uno dan berfungsi untuk membaca suhu lingkungan secara *real-time*. Data suhu ini akan menjadi acuan dalam menghidupkan atau mematikan kipas secara otomatis.
4. LCD 1602 : Digunakan untuk menampilkan informasi suhu saat ini dan status kipas (*ON/OFF*). LCD ini memudahkan pengguna untuk melihat kondisi sistem secara langsung tanpa membuka aplikasi Telegram.
5. Modul Relay : Dikendalikan oleh Arduino Uno, relay ini berfungsi untuk menghubungkan dan memutus aliran listrik ke kipas. Saat suhu melebihi ambang batas, relay akan aktif dan kipas akan menyala.
6. Kipas Angin : Berfungsi sebagai aktuator yang menyala dan mati sesuai perintah dari Arduino Uno berdasarkan suhu ruangan atau perintah manual dari pengguna melalui Telegram.

4.2.2 Rangkaian NodeMCU ESP8266

Berikut merupakan rangkaian NodeMCU ESP8266 yang digunakan dalam sistem ini. Bertugas sebagai modul komunikasi nirkabel (*Wi-Fi*) yang digunakan untuk menghubungkan sistem dengan internet dan mengelola komunikasi antara pengguna dan perangkat melalui Telegram Bot. NodeMCU menerima perintah dari Telegram dan mengirimkan data suhu ke pengguna.



Gambar 4.3 Rangkaian NodeMCU ESP8266

4.2.3 Rangkaian Sensor DHT22

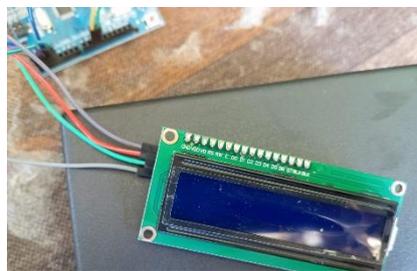
Berikut Rangkaian Sensor DHT22 untuk mengambil data suhu dan kelembapan udara secara *real time*. Berfungsi untuk membaca suhu lingkungan secara real-time. Data suhu ini akan menjadi acuan dalam menghidupkan atau mematikan kipas secara otomatis.

4.2.4 Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)



Gambar 4.4 Rangkaian Sensor DHT22

Rangkaian LCD (Liquid Crystal Display) yang terhubung dengan Arduino UNO didalam Box. Digunakan untuk menampilkan informasi suhu saat ini dan status kipas (*ON/OFF*). LCD ini memudahkan pengguna untuk melihat kondisi sistem secara langsung tanpa membuka aplikasi Telegram. Seperti pada gambar berikut :

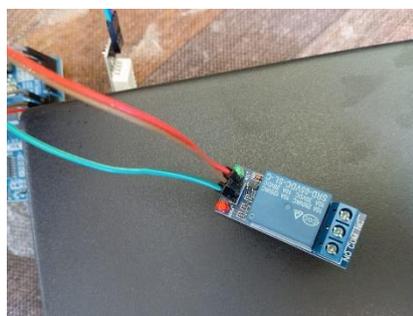


Gambar 4.5 Rangkaian LCD 1602

4.2.5 Rangkaian Relay

Relay dalam proyek ini digunakan sebagai saklar otomatis untuk menghidupkan dan mematikan relay ketika berada pada suhu yang ditentukan. Berfungsi untuk menghubungkan dan memutus aliran listrik ke kipas. Saat suhu melebihi ambang batas, relay akan aktif dan kipas akan menyala.

4.2.6 Rangkaian Kipas Angin



Gambar 4.6 Rangkaian Relay

Gambar berikut memperlihatkan rangkaian dari kipas angin yang diaplikasikan dalam perancangan alat. Berfungsi sebagai aktuator yang menyala dan mati sesuai perintah dari Arduino Uno berdasarkan suhu ruangan atau perintah manual dari pengguna melalui Telegram.



Gambar 4.7 Rangkaian Kipas

4.2.7 Rangkaian Sensor DHT22 ke Arduino UNO

Berikut adalah rangkaian kabel Sensor DHT22 yang digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan udara. Sensor ini terhubung langsung ke Arduino UNO.

Keterangan:

- a. VCC ke pin 5V Arduino UNO
- b. DATA ke pin 7 Arduino UNO
- c. GND ke pin GND Arduino UNO

4.2.8 Rangkaian Relay ke Arduino UNO

Berikut adalah rangkaian modul relay yang digunakan untuk mengendalikan kipas angin dalam sistem.

Keterangan :

- a. VCC ke pin 5V Arduino UNO
- b. GND ke pin GND Arduino UNO
- c. IN ke pin 3 Arduino UNO

4.2.9 Rangkaian NodeMcu ESP8266 ke Arduino UNO

Berikut adalah rangkaian koneksi NodeMCU ESP8266 yang digunakan untuk komunikasi data secara nirkabel untuk memastikan kestabilan komunikasi data.

Keterangan:

- a. D5 ke pin TX(D1) Arduino UNO
- b. D6 ke pin RX(D0) Arduino UNO
- c. GND ke pin GND Arduino UNO

4.2.10 Rangkaian LCD ke Arduino UNO

Berikut adalah rangkaian LCD 1602 yang digunakan untuk menampilkan data dari sistem.

Keterangan:

- a. SDA ke pin A4 Arduino UNO
- b. GND ke pin GND Arduino UNO

- c. SCL ke pin A5 Arduino UNO
- d. VCC ke pin 5V Arduino UNO

4.3 Integrasi Telegram

Telegram diintegrasikan sebagai media pengendalian dan monitoring jarak jauh. Aplikasi Telegram dipilih karena memiliki API Bot yang mudah diakses, mendukung komunikasi dua arah, dan dapat digunakan pada berbagai platform, baik desktop maupun seluler. Penggunaan Telegram memungkinkan pengguna untuk mengontrol kipas secara real-time melalui perintah teks yang dikirim ke bot khusus yang telah dibuat menggunakan layanan BotFather.

Langkah awal dalam integrasi ini adalah pembuatan bot Telegram yang menghasilkan token sebagai identitas autentikasi untuk keperluan komunikasi dengan mikrokontroler. Selain itu, sistem juga membutuhkan ID obrolan pengguna (chat ID) agar dapat mengirimkan respons secara spesifik kepada pengguna tertentu. Mikrokontroler yang digunakan dalam proyek ini adalah ESP8266/ESP32, yang memiliki modul WiFi internal untuk koneksi internet.

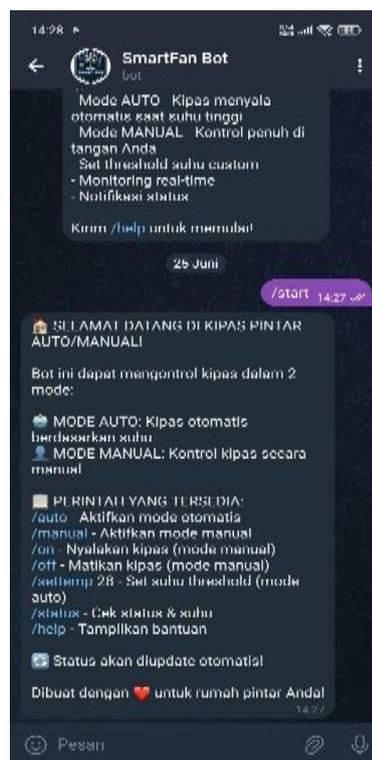
4.3.1 Integrasi Telegram Dengan SmartFan_Bot

Dalam sistem kipas pintar ini, Telegram digunakan sebagai media untuk mengontrol kipas dari jarak jauh. Untuk menjalankan fungsi ini, dibuatlah sebuah bot Telegram yang diberi nama SmartFan_Bot. Bot ini berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan sistem kipas pintar yang dijalankan oleh mikrokontroler ESP8266.

SmartFan_Bot dibuat menggunakan layanan BotFather di aplikasi Telegram. Setelah bot dibuat, akan diberikan token bot, yaitu kode unik yang digunakan agar mikrokontroler bisa terhubung dan berkomunikasi dengan bot tersebut. Selain itu, sistem juga menggunakan chat ID pengguna agar pesan balasan dari bot bisa dikirim. Perintah yang dikirim lewat Telegram akan diterima oleh mikrokontroler yang sudah terhubung ke internet melalui WiFi. Sistem menggunakan kode program dan library khusus seperti untuk membaca perintah dari bot dan menjalankannya. Setelah perintah dijalankan, sistem akan mengirim balasan melalui bot ke pengguna.

4.3.2 Pembuatan SmartFan_Bot pada Telegram

Pembuatan SmartFan_Bot pada Telegram dilakukan menggunakan layanan BotFather. BotFather adalah bot resmi dari Telegram yang digunakan untuk membuat dan mengatur bot lainnya. Langkah-langkah pembuatan dimulai dengan membuka chat dengan BotFather, lalu mengirim perintah /newbot. Setelah itu, pengguna diminta memberi nama bot dan username yang diakhiri dengan “bot”. Setelah selesai, BotFather akan memberikan token API, yaitu kode unik yang digunakan untuk menghubungkan bot dengan sistem mikrokontroler (seperti ESP8266). Token ini disimpan dan digunakan dalam program agar bot bisa menerima perintah dan mengirim balasan kepada pengguna melalui Telegram.



Gambar 4.8 Tampilan SmartFan_Bot

4.4 Implementasi Program Monitoring Sistem

Implementasi program monitoring sistem dilakukan untuk memastikan bahwa kipas pintar dapat bekerja secara otomatis maupun manual berdasarkan suhu lingkungan dan perintah dari pengguna melalui aplikasi Telegram. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor suhu DHT22, kipas angin, dan bot Telegram sebagai antarmuka pengguna.

Pada tahap implementasi, sistem dirancang untuk membaca data suhu secara berkala dari sensor, kemudian mengirimkan informasi tersebut kepada pengguna melalui pesan Telegram. Berdasarkan suhu yang terdeteksi, sistem akan menentukan apakah kipas perlu dinyalakan atau dimatikan secara otomatis. Selain

itu, pengguna juga memiliki opsi untuk mengontrol kipas secara manual melalui perintah chat pada Telegram bot.

4.4.1 Pengujian Koneksi Ke BOT Telegram

Pengujian koneksi bot Telegram dilakukan untuk memastikan bahwa sistem Kipas Pintar dapat menerima dan merespons perintah dari pengguna secara jarak jauh melalui jaringan internet. Bot Telegram dibuat menggunakan layanan BotFather, dan dihubungkan ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 menggunakan token API yang diperoleh. Mikrokontroler diprogram untuk merespons perintah seperti nyalakan, matikan, dan status.

Dalam pengujian, pengguna mengirimkan perintah melalui aplikasi Telegram dan sistem memberikan respons sesuai perintah. Saat perintah /nyalakan dikirim, kipas berhasil menyala; perintah /matikan mematikan kipas; dan perintah /status mengirimkan informasi kondisi kipas saat itu. Rata-rata waktu respons bot adalah sekitar 1 hingga 2 detik, tergantung pada kestabilan koneksi internet.

Selain itu, sistem juga dapat menangani perintah yang tidak valid dengan memberikan pesan peringatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa koneksi antara bot dan perangkat berjalan dengan stabil dan dapat diandalkan untuk mengendalikan perangkat secara *real-time*.



Gambar 4.9 Pengujian Ke Telegram

4.4.2 Pengujian Ke Tampilan LCD

Pengujian tampilan LCD dilakukan untuk memastikan bahwa data dari sistem Kipas Pintar dapat ditampilkan dengan benar di layar. LCD berfungsi sebagai media informasi langsung bagi pengguna, yang menampilkan status kipas dan suhu ruangan secara *real-time*.

Pada proyek ini, digunakan modul LCD 1602 yang terhubung ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Sistem diprogram untuk menampilkan dua informasi utama, yaitu status kipas (menyala/mati) dan suhu yang terdeteksi oleh sensor suhu. Pengujian dilakukan dengan mengubah kondisi kipas melalui Telegram bot dan mengamati apakah tampilan pada LCD berubah sesuai perintah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap kali kipas dinyalakan atau dimatikan, tulisan pada LCD langsung berubah sesuai, misalnya “Kipas *ON*” atau “Kipas *OFF*”. Selain itu, suhu juga ditampilkan secara berkala dan diperbarui otomatis.



Gambar 4.10 Pengujian Tampilan LCD

4.4.3 Pengujian Relay

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa relay dapat mengendalikan kipas angin secara langsung berdasarkan perintah dari sistem. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang menghubungkan atau memutus arus listrik ke kipas sesuai instruksi dari mikrokontroler NodeMCU ESP32.

Pengujian dilakukan dengan mengirim perintah melalui Telegram bot, yaitu nyalakan untuk menyalakan kipas dan matikan untuk mematikannya. Saat perintah nyalakan dikirim, mikrokontroler memberikan sinyal ke relay, yang kemudian menghubungkan arus listrik ke kipas. Hasilnya, kipas menyala dengan normal. Sebaliknya, saat perintah matikan dikirim, relay berubah ke posisi *off* dan memutus aliran listrik, sehingga kipas berhenti berputar. Dari hasil pengujian, sistem berhasil mengontrol kipas secara *real-time* melalui relay dengan respon cepat dan stabil.

Tabel 4.1 Pengujian Relay

NO	Keterangan Baterai	Aksi Relay
1	Suhu > 32°C	ON
2	Suhu < 32°C	OFF
3	Kirim Perintah <i>/on</i> Ke Telegram	ON
4	Kirim Perintah <i>/off</i> Ke Telegram	OFF