



Perancangan *Exhaust Fan* dengan Kontrol Kecepatan Otomatis dan Ventilasi Otomatis Berbasis Suhu dengan Mikrokontroler

Achmad Adfa Alfiansyah¹, Rafiel Syafa Budihardjo², Muhammad Emery Prasetyo³, Alifsyah Akbar⁴, Muslimin⁵, Dhiya Luqyana⁶, Azam Milah Muhamad⁷
^{1,2,3,4,5,6,7} Politeknik Negeri Jakarta, Depok
Email: achmad.adfa.alfiansyah.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

Received: 13 Desember 2024; Received in revised form: 3 September 2025; Accepted: 30 September 2025

Abstract

As a tropical country, Indonesia often faces hot air temperatures, affecting indoor comfort, including restaurants and cafes. This condition requires the development of technology that can maintain air circulation efficiently and adaptively. Conventional exhaust fans are often not compelling enough because they cannot adjust their operations to changes in environmental conditions automatically. This study uses a microcontroller to develop an automatic speed control system for exhaust fans and automatic ventilation to overcome this temperature and humidity problem. This system uses temperature and humidity sensors to detect environmental conditions, regulate fan speed with a motor driver, and control automatic ventilation via a servo motor. This system design has been realized and has been tested. The experimental results show that the system can work according to the desired parameters, provide an efficient solution for temperature and humidity control, and has the potential to be applied in various environments, especially in restaurants and cafes that require optimal air comfort.

Keywords: *exhaust fan; automatic ventilation; automatic speed control; temperature and humidity sensor; microcontroller*

Abstrak

Indonesia sebagai negara tropis sering menghadapi suhu udara yang panas, yang dapat memengaruhi kenyamanan di dalam ruangan, termasuk di restoran dan kafe. Kondisi ini menuntut pengembangan teknologi yang mampu menjaga sirkulasi udara secara efisien dan adaptif. Exhaust fan konvensional sering kali tidak cukup efektif karena tidak dapat menyesuaikan operasinya dengan perubahan kondisi lingkungan secara otomatis. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol kecepatan otomatis pada exhaust fan dan ventilasi otomatis berbasis suhu dan kelembaban menggunakan mikrokontroler. Sistem ini dirancang menggunakan sensor suhu dan kelembaban untuk mendeteksi kondisi lingkungan, mengatur kecepatan kipas dengan driver motor, serta mengendalikan ventilasi otomatis melalui motor servo. Desain sistem ini diwujudkan dan telah dilakukan pengujian. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai parameter yang diinginkan, memberikan solusi efisien untuk pengendalian suhu dan kelembaban, serta berpotensi diterapkan di berbagai lingkungan, terutama di restoran dan kafe yang membutuhkan kenyamanan udara optimal.

Kata kunci: *exhaust fan; ventilasi otomatis; kontrol kecepatan otomatis; sensor suhu dan kelembaban; mikrokontroler*

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara tropis sering menghadapi suhu udara yang tinggi, terutama di musim panas[1]. Kondisi ini dapat memengaruhi kenyamanan di dalam ruangan, sehingga berbagai solusi dan teknologi terus dikembangkan untuk menciptakan suasana yang lebih sejuk dan nyaman[2]. Menjaga kebersihan udara dalam ruangan tertutup adalah aspek penting yang perlu diperhatikan[3]. Suhu udara

yang tinggi pula sering kali menjadi tantangan, terutama di tempat-tempat seperti restoran dan tempat makan lainnya. Suhu ruangan yang sejuk memiliki peran penting dalam menciptakan kenyamanan bagi pelanggan saat menikmati hidangan[4]. Oleh karena itu, penggunaan teknologi yang dapat mengontrol suhu secara efektif menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan pengalaman makan yang lebih menyenangkan.

Pengendalian suhu dalam ruangan merupakan aspek penting dalam menjaga kenyamanan lingkungan[5]. Terdapat banyak cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sirkulasi udara di dalam ruangan, seperti membuka jendela, meletakkan *box fan* di jendela, menggunakan *Exhaust fan*, menggunakan pembersih udara portabel dan meningkatkan sistem HVAC yang sudah digunakan[6]. *Exhaust fan* merupakan perangkat yang sering digunakan untuk mengatur aliran udara dan mengurangi suhu berlebih di dalam ruangan.

Exhaust fan adalah kipas yang berfungsi untuk mensirkulasikan udara di dalam ruangan dengan menghisap udara di dalam ruangan kemudian dibuang ke luar, dan pada saat yang bersamaan akan menarik udara segar dari luar ke dalam ruangan sehingga udara dalam ruangan tertutup dapat tersirkulasi dengan baik[6]. Namun, penggunaan *exhaust fan* konvensional sering kali tidak efisien karena tidak dapat menyesuaikan kecepatan dan operasinya berdasarkan kondisi lingkungan yang dinamis.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *exhaust fan* dengan kontrol kecepatan otomatis dan ventilasi otomatis berbasis suhu dan kelembaban menggunakan mikrokontroler. Sistem ini menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT22 untuk mendeteksi kondisi lingkungan dan mengatur pengoperasian *exhaust fan* secara otomatis. *Exhaust fan* digantikan oleh *blower fan* 12V yang lebih cocok untuk implementasi desain skala kecil. Desain yang dikembangkan juga mencakup mekanisme ventilasi yang dapat membuka dan menutup secara otomatis menggunakan motor servo SG90, dengan pengaturan kecepatan *exhaust fan* yang diatur melalui *driver motor* L298N. Dalam penelitian ini, desain diwujudkan dalam bentuk model 3D maket untuk mengilustrasikan rancangan teknis secara visual.

Penggunaan mikrokontroler dalam penelitian ini didasarkan pada kemampuannya untuk mengintegrasikan berbagai perangkat keras, seperti sensor, motor, dan modul *display*, dalam satu sistem yang terkendali. Mikrokontroler adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai otak sistem otomatis[7]. Perangkat ini merupakan komputer mini yang terdiri atas prosesor, memori, dan antarmuka *input/output* yang terintegrasi dalam satu chip[8]. Dalam konteks penelitian ini, mikrokontroler digunakan untuk membaca data suhu dan kelembaban dari sensor, memproses informasi tersebut secara *real-time*, dan memberikan instruksi kepada komponen lain seperti motor servo dan blower fan. Kemampuan mikrokontroler untuk mengintegrasikan berbagai perangkat keras dalam satu sistem yang terkendali, memproses data secara akurat, serta fleksibilitas dalam pemrograman menjadikannya pilihan ideal untuk mengontrol kecepatan *exhaust fan* dan ventilasi otomatis.

Beberapa penelitian terbaru menunjukkan kemajuan dalam teknologi pengendalian suhu dengan mengembangkan sistem kontrol kecepatan otomatis pada *exhaust fan*. Misalnya, penelitian oleh Muhammad Ihsan dan Zulwisli (2020) mengembangkan alat untuk mengontrol suhu dan kelembapan pada *greenhouse* menggunakan sensor DHT11 dan mikrokontroler Arduino Mega[9]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menjaga suhu dan kelembapan pada *greenhouse* sesuai dengan nilai set point yang diberikan, serta waktu untuk menurunkan suhu menggunakan *exhaust fan* lebih cepat dibandingkan tanpa menggunakan *exhaust fan*. Penelitian lain oleh Tia Setiawan dan Zenal Abidin (2023) membuat prototipe *exhaust fan* otomatis menggunakan sensor suhu DHT11 untuk aplikasi di kendaraan dan ruangan bengkel[3]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem prototipe ini efektif dalam mengendalikan suhu di dalam kendaraan dan ruangan bengkel, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan efisiensi kerja. Penelitian-penelitian ini menunjukkan potensi besar dalam penerapan teknologi modern untuk meningkatkan efisiensi pengendalian suhu di berbagai lingkungan.

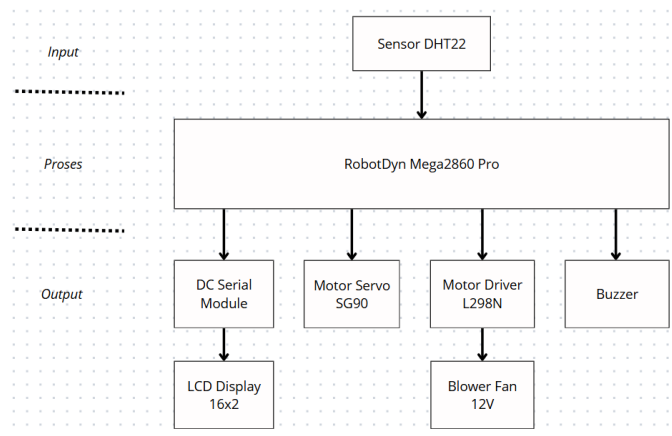
Penelitian “Perancangan *Exhaust Fan* dengan Kontrol Kecepatan Otomatis dan Ventilasi Otomatis Berbasis Suhu dan Kelembaban Dengan Mikrokontroler” ini memberikan inovasi dalam integrasi sistem kontrol kecepatan *exhaust fan* dan otomatisasi ventilasi yang dapat menjadi dasar pengembangan lebih lanjut. Dengan pendekatan ini, rancangan sistem dirancang untuk memenuhi kebutuhan lingkungan dalam skala kecil hingga menengah, seperti restoran, kafe, atau ruangan lainnya yang membutuhkan pengelolaan udara yang efisien dan nyaman.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, digunakan metode eksperimen. Dalam metode ini, penulis melakukan eksperimen langsung untuk merancang alat serta menguji tahap *input*, *proses*, dan *output*, sehingga alat dapat dioperasikan dengan baik dan sesuai fungsi[10].

2.1. Perancangan Sistem

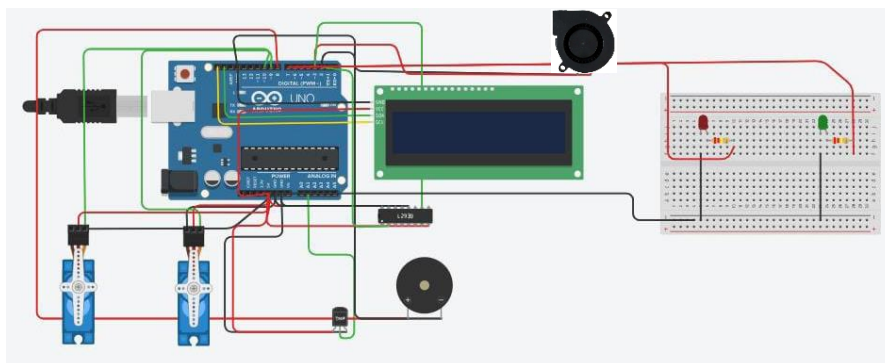
Dari diagram blok rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 1, proses kerja sistem terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Pada tahap input, sensor DHT22 digunakan untuk mendeteksi suhu lingkungan. Data ini kemudian diolah pada tahap proses menggunakan mikrokontroler RobotDyn Mega2860 Pro untuk pengambilan keputusan. Pada tahap output, sistem mengatur kecepatan *blower fan* 12V sebagai pengganti *exhaust fan* menggunakan *driver motor* L298N. Selain itu, mekanisme ventilasi otomatis diatur melalui motor servo SG90 untuk membuka dan menutup ventilasi sesuai kebutuhan. Sistem juga dilengkapi dengan *buzzer* yang akan berbunyi sebagai peringatan jika suhu melebihi ambang batas tertentu, memberikan indikasi bahaya secara audibel. Data suhu juga ditampilkan secara real-time melalui *LCD display* 16x2 untuk memantau sistem. Desain ini divisualisasikan dalam model maket 3D untuk memberikan gambaran teknis yang lebih jelas.



Gambar 1. Diagram Blok Rangkaian

2.2. Arsitektur Sistem

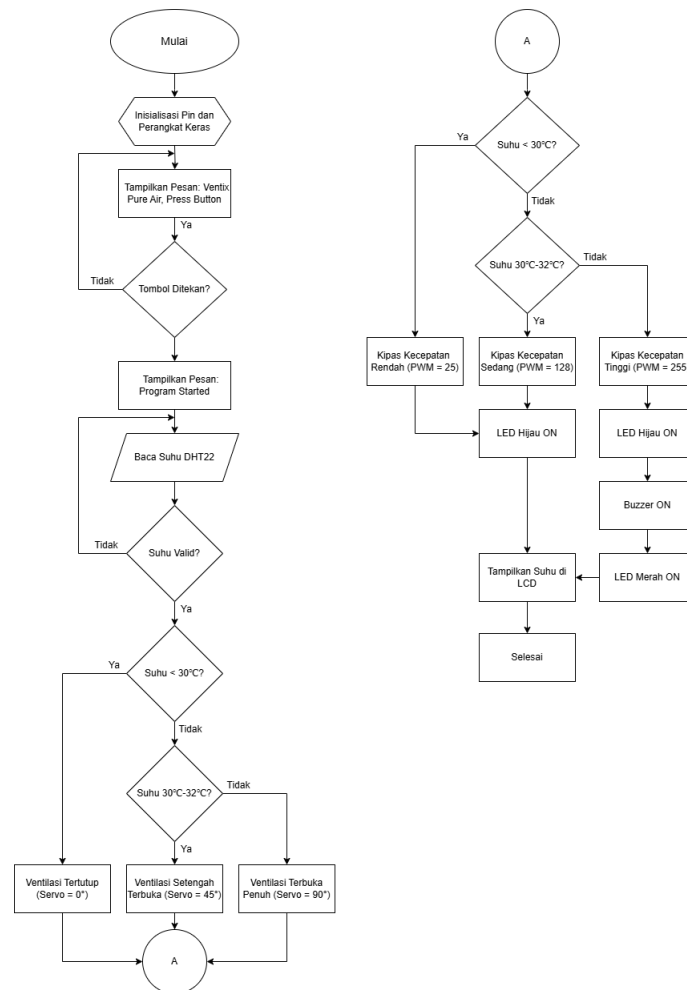
Pada Gambar 2 menunjukkan skema perancangan secara keseluruhan dari perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari beberapa fungsi utama, yaitu pembacaan suhu menggunakan sensor DHT22, pengaturan kecepatan *blower fan* 12V melalui *driver motor* L298N, serta kendali mekanisme ventilasi otomatis menggunakan motor servo SG90. Data suhu yang diperoleh akan diproses oleh mikrokontroler RobotDyn Mega2560 untuk menentukan kecepatan blower fan, pengaturan ventilasi otomatis, pengaktifan *buzzer* sebagai peringatan suhu tinggi, serta pengendalian lampu *LED* sebagai indikator sistem.



Gambar 2. Skema Rangkaian Keseluruhan Hardware

2.3. Diagram Alir Pada Mikrokontroler

Diagram alir program pada mikrokontroler RobotDyn Mega2560 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Program Pada RobotDyn Mega2560

Berdasarkan *flowchart* pada Gambar 3, program dimulai dengan inisialisasi semua pin dan perangkat keras, termasuk sensor, motor servo, kipas, dan layar *LCD*. Setelah inisialisasi, sistem menampilkan pesan awal pada *LCD* berupa "Ventix Pure Air, Press Button" untuk memberitahukan bahwa sistem siap digunakan. Sistem kemudian memeriksa apakah tombol telah ditekan. Jika tombol belum ditekan, sistem akan terus menunggu. Namun, jika tombol ditekan, pesan "Program Started" akan muncul, dan sistem melanjutkan ke langkah berikutnya dengan membaca data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22.

Setelah pembacaan data, sistem memeriksa validitas data suhu yang diterima. Jika data tidak valid, pesan "Sensor Error" akan ditampilkan pada layar *LCD*. Jika data valid, sistem mengevaluasi suhu yang terdeteksi dan menjalankan tindakan yang sesuai. Untuk suhu di bawah 30°C, ventilasi akan tertutup, dan kipas beroperasi pada kecepatan rendah. Jika suhu berada antara 30°C hingga 32°C, ventilasi akan setengah terbuka, dan kipas beroperasi pada kecepatan sedang. Jika suhu melebihi 32°C, ventilasi akan terbuka penuh, dan kipas akan beroperasi pada kecepatan maksimum, selain itu buzzer akan berbunyi sebagai peringatan auditori dan lampu *LED* merah akan menyala sebagai peringatan visual. Sistem juga menampilkan suhu real-time pada layar *LCD* untuk memudahkan pemantauan oleh pengguna. Setelah menyelesaikan siklus, sistem menunggu selama 1 detik sebelum kembali membaca sensor, sehingga pemantauan dan pengendalian berlangsung secara terus-menerus. Alur kerja ini memastikan sistem dapat secara adaptif mengatur ventilasi dan *blower fan* untuk menjaga kenyamanan lingkungan.

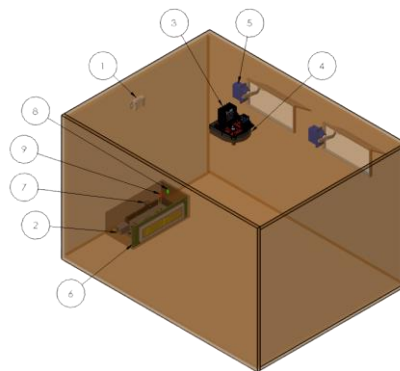
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Desain Implementasi

Desain implementasi maket pada Gambar 4 merepresentasikan prototipe sistem exhaust fan dan ventilasi otomatis berbasis suhu. Maket ini terdiri dari sebuah ruang dengan mekanisme ventilasi yang dapat membuka dan menutup secara otomatis menggunakan motor servo SG90 yang dipasang pada bagian atas ventilasi. Sistem ini dilengkapi dengan *blower fan* 12V sebagai pengganti exhaust fan yang dikendalikan melalui *driver motor* L298N untuk mengatur kecepatan kipas secara adaptif sesuai hasil pengolahan data.

Sensor DHT22 dipasang untuk membaca suhu dan kelembaban lingkungan secara real-time. Mikrokontroler RobotDyn Mega2560 digunakan untuk memproses data, yang kemudian menentukan keputusan operasional baik untuk kecepatan *blower fan*, motor servo SG90 untuk pengaturan bukaan ventilasi, maupun aktivasi *buzzer* dan *LED* indikator. Buzzer digunakan untuk memberikan peringatan saat suhu lingkungan mencapai nilai ekstrem. *LED* indikator merah menyala sebagai tanda kondisi bahaya suhu tinggi, sedangkan *LED* hijau memberikan informasi bahwa sistem dalam kondisi aktif atau motor servo bekerja.

Hasil pembacaan dan pengolahan data ditampilkan melalui layar *LCD* 16x2 yang terintegrasi pada panel kontrol, memberikan informasi langsung kepada pengguna. Model ini juga dirancang untuk memvisualisasikan fungsi dan interkoneksi setiap komponen sistem, sehingga memberikan gambaran teknis yang jelas terkait implementasi desain pada skala kecil. Tambahan *buzzer* dan *LED* indikator meningkatkan kemampuan sistem untuk memberikan peringatan visual dan auditori kepada pengguna, menjadikan desain ini lebih aman dan interaktif.



Gambar 4. Desain Implementasi Maket

Tabel 1. Komponen-komponen Sistem Exhaust Fan dan Ventilasi Otomatis

No.	Komponen
1	Sensor DHT22
2	RobotDyn Mega2560
3	Motor driver L298N
4	Blower fan 12V
5	Motor Servo SG90
6	LCD Display 16x2
7	Buzzer
8	Lampu LED hijau
9	Lampu LED merah

3.2 Hasil Pengujian

Hasil pengujian pada rangkaian mikrokontroler RobotDyn Mega2560 disajikan dalam bentuk tiga tabel, yang menggambarkan hasil pengujian untuk suhu yang berbeda. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian pada suhu di bawah 30°C, Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian pada suhu antara 30–32°C, dan Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian pada suhu di atas 32°C. Setiap tabel mencakup kompetensi, hasil, dan keterangan yang relevan untuk setiap perangkat yang diuji dalam kondisi suhu yang berbeda.

Tabel 2. Hasil Pengujian Rangkaian Mikrokontroler pada Suhu < 32°C

No	Perangkat	Kompetensi	Hasil	Keterangan
1	Tombol	Memulai Program	Berhasil	Program dimulai setelah tombol ditekan dan LCD menampilkan pesan 'Program Started'.
2	Sensor DHT22	Membaca nilai suhu	Berhasil	Nilai suhu berhasil dibaca dan ditampilkan pada LCD.
3	LCD Display 16x2	Menampilkan data suhu	Berhasil	Suhu ditampilkan dengan format 'Temp: xx.x C' pada LCD.
4	Motor Servo SG90	Mengatur bukaan ventilasi	Berhasil	Ventilasi tertutup, motor servo tidak bergerak.
5	Blower fan 12V	Mengatur kecepatan blower fan	Berhasil	Kipas berkecepatan rendah (PWM = 25)
6	LED lamp hijau	Menyala saat sistem aktif	Berhasil	Lampu menyala sebagai indikator sistem sedang bekerja

Tabel 3. Hasil Pengujian Rangkaian Mikrokontroler pada Suhu 30–32°C

No	Perangkat	Kompetensi	Hasil	Keterangan
1	Tombol	Memulai Program	Berhasil	Program dimulai setelah tombol ditekan dan LCD menampilkan pesan 'Program Started'.
2	Sensor DHT22	Membaca nilai suhu	Berhasil	Nilai suhu berhasil dibaca dan ditampilkan pada LCD.
3	LCD Display 16x2	Menampilkan data suhu	Berhasil	Suhu ditampilkan dengan format 'Temp: xx.x C' pada LCD.
4	Motor Servo SG90	Mengatur bukaan ventilasi	Berhasil	Ventilasi setengah terbuka, motor servo bergerak 45°
5	Blower fan 12V	Mengatur kecepatan blower fan	Berhasil	Kipas berkecepatan sedang (PWM = 128)
6	LED lamp hijau	Menyala saat sistem aktif	Berhasil	Lampu menyala sebagai indikator sistem sedang bekerja

Tabel 4. Hasil Pengujian Rangkaian Mikrokontroler pada Suhu > 32°C

No	Perangkat	Kompetensi	Hasil	Keterangan
1	Tombol	Memulai Program	Berhasil	Program dimulai setelah tombol ditekan dan LCD menampilkan pesan 'Program Started'.
2	Sensor DHT22	Membaca nilai suhu	Berhasil	Nilai suhu berhasil dibaca dan ditampilkan pada LCD.
3	LCD Display 16x2	Menampilkan data suhu	Berhasil	Suhu ditampilkan dengan format 'Temp: xx.x C' pada LCD.
4	Motor Servo SG90	Mengatur bukaan ventilasi	Berhasil	Ventilasi terbuka penuh, motor servo bergerak 90°.
5	Blower fan 12V	Mengatur kecepatan blower fan	Berhasil	Kipas berkecepatan maksimum (PWM = 255).
6	LED lamp hijau	Menyala saat sistem aktif	Berhasil	Lampu menyala sebagai indikator sistem sedang bekerja
7	LED lamp merah	Menyala saat suhu > 32°C	Berhasil	Lampu menyala saat suhu > 32°C
8	Buzzer	Berbunyi saat suhu > 32°C	Berhasil	Buzzer berbunyi

Berdasarkan hasil pengujian rangkaian mikrokontroler, seluruh komponen sistem bekerja sesuai dengan desain yang dirancang. Tombol berhasil digunakan untuk memulai program, dengan LCD menampilkan pesan *"Program Started"* sebagai indikator awal. Sensor DHT22 mampu membaca nilai suhu secara akurat, dan data suhu tersebut berhasil ditampilkan pada LCD dengan format *"Temp: xx.x C"*, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi lingkungan secara real-time. Motor servo SG90 berfungsi dengan baik dalam mengatur mekanisme buka-tutup ventilasi berdasarkan suhu, dengan tiga posisi utama: tertutup, setengah terbuka, dan terbuka penuh, yang beroperasi sesuai ambang batas suhu yang ditentukan.

Blower fan 12V yang dikendalikan melalui *driver motor* L298N berhasil mengatur kecepatan kipas secara adaptif berdasarkan suhu, dengan tiga tingkat kecepatan: rendah, sedang, dan maksimum. *LED* hijau menyala sebagai indikator bahwa sistem aktif, sedangkan *LED* merah menyala saat suhu tinggi ($> 32^{\circ}\text{C}$), memberikan peringatan visual kepada pengguna. Buzzer juga bekerja dengan baik, berbunyi saat suhu melebihi batas aman ($> 32^{\circ}\text{C}$) untuk memberikan peringatan auditori.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini responsif dan andal dalam menjalankan setiap fungsi utama, mulai dari membaca suhu, mengatur ventilasi dan kipas, hingga memberikan peringatan melalui *LED* dan *buzzer*. Sistem ini dapat diimplementasikan secara efektif untuk menjaga kualitas udara dan kenyamanan suhu ruangan.

4. SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan sistem *exhaust fan* dengan kontrol kecepatan otomatis dan ventilasi yang dapat membuka dan menutup secara otomatis berdasarkan suhu. Sistem ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan utama dalam menjaga suhu ruangan sehingga meningkatkan kenyamanan pengguna ruangan. Implementasi desain divisualisasikan dalam bentuk gambar maket 3D, yang memberikan gambaran teknis dan solusi yang diusulkan secara komprehensif. Pengujian menunjukkan bahwa setiap komponen, mulai dari sensor, motor servo, *blower fan*, hingga indikator *LED* dan buzzer, bekerja secara efektif dan responsif, mendukung keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsinya sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian terhadap sistem yang telah dirancang menunjukkan hasil yang memuaskan, namun pengembangan lebih lanjut masih diperlukan dengan pengujian langsung terhadap fungsionalitas dan performa sistem pada skala lebih besar juga diperlukan untuk memastikan kestabilan dan efektivitasnya dalam berbagai kondisi. Selain itu, aplikasi sistem ini dapat diperluas, seperti integrasi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk kontrol jarak jauh, atau adaptasi desain untuk kebutuhan ventilasi dalam skala yang lebih besar, seperti perkantoran atau pabrik. Prospek ini membuka ruang bagi penelitian dan inovasi lebih lanjut untuk meningkatkan kenyamanan udara di berbagai lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Legionosuko, M. A. Madjid, N. Asmoro, and E. G. Samudro, "Posisi dan Strategi Indonesia dalam Menghadapi Perubahan Iklim guna Mendukung Ketahanan Nasional," *J. Ketahanan Nas.*, vol. 25, no. 3, p. 295, 2019.
- [2] Alfajri, Kamilah Sari Fauziyah, and S. S. . M. T. Mia Rosmiati, "SMART FAN : BUILD TEMPERATURE CONTROL APLICATION AROUND THE BODY BASED ON HEAT SENSOR Alfajri 1 Prodi D3 Rekayasa Perangkat," vol. 6, no. 2, pp. 2605–2613, 2020.
- [3] D. H. T. Untuk, A. Dikendaraan, and D. A. N. Ruangan, "Input Proses Output (Software). Perangkat Lunak," pp. 98–102.
- [4] A. V. Mulyono, B. Septiano, and A. Aprilia, "Pengaruh Dining Experience Terhadap Kepuasan Konsumen Dan Revisit Intention Di Restoran Korea Di Surabaya Pada Era New Normal," *J. Manaj. Perhotelan*, vol. 7, no. 1, pp. 20–31, 2021.
- [5] R. Terisnadi N., "ISSN 2302-3708 (online)," *J. Enviro Sci.*, vol. 17, no. 2, pp. 21–29, 2021.
- [6] L. Al Hanif, A. P. P. Prasetyo, and H. Ubaya, "Sistem Kendali Sirkulasi Udara dan Pembatasan Jumlah Pelanggan Toko Berbasis IoT," *JITCE (Journal Inf. Technol. Comput. Eng.)*, vol. 5, no. 02, pp. 81–92, 2021.
- [7] R. O. Y. H. Perangin-angin, "Mengenal Mikrokontroler : Komponen Kunci dalam Pengembangan Proyek Elektronik," pp. 1–6.
- [8] T. Darmanto and H. Krisma, "Implementasi Teknologi IOT Untuk Pengontrolan Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Android," *J. Tek. Inform. Unika St. Thomas*, vol. 4, no. 1, pp. 2548–1916, 2019.

-
- [9] M. Ichsan and Z. Zulwisli, "Pengendalian Suhu dan Kelembapan Greenhouse Menggunakan Exhaust Fan," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 8, no. 4, p. 80, 2020.
- [10] I. P. L. Dharma, S. Tansa, and I. Z. Nasibu, "Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM800I Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 40–56, 2019.