

Prototype Penerapan Sistem Kendali Pada Kipas Angin Otomatis Berbasis Arduino Dengan Sensor PIR dan Sensor DHT11

Rendi Buana Perdana¹, Andang Syafrudin², Pramono³

¹Teknik Informatika

Universitas Duta Bangsa Surakarta

Jl. Bhayangkara no 55-57 Kota Surakarta

¹210103115@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika

Universitas Duta Bangsa Surakarta

Jl. Bhayangkara no 55-57 Kota Surakarta

²190103203@fikom.udb.ac.id

³Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

Jl. Bhayangkara no 55-57 Kota

Surakarta

³pramono@udb.ac.id

Abstrak— Pengembangan teknologi dalam bidang otomatisasi telah memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi dan kenyamanan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu aplikasi terkemuka dari kemajuan ini adalah pengembangan sistem kendali otomatis untuk perangkat elektronik. Kipas angin, sebagai salah satu perangkat yang umum digunakan untuk sirkulasi udara dalam ruangan. Saat ini, penggunaan kipas angin masih seringkali dilakukan secara manual, sehingga kurang efektif dan berpotensi menyebabkan pemborosan energi. Penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi masalah ini dengan mengimplementasikan sensor suhu sebagai pengendali otomatis kipas angin. Namun, pendekatan ini terbukti masih kurang efektif karena tidak mempertimbangkan faktor kehadiran manusia di sekitar kipas angin, sehingga kipas dapat tetap menyala meskipun ruangan tidak berpenghuni. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah sistem kendali pada kipas angin yang responsif terhadap kehadiran manusia dan perubahan suhu ruangan. Penelitian ini menggunakan platform Arduino sebagai otak sistem, dengan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia dan sensor DHT11 untuk mendeteksi perubahan suhu ruangan. Integrasi kedua sensor ini memungkinkan kipas angin untuk secara otomatis menyala saat mendeteksi keberadaan manusia di sekitarnya, sambil mengatur kecepatan kipas berdasarkan suhu lingkungan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem berhasil menyalakan kipas angin ketika mendeteksi keberadaan manusia dan mengatur kecepatan kipas berdasarkan suhu ruangan. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penelitian ini dapat menjadi solusi yang efektif terhadap masalah pemborosan energi dan meningkatkan kenyamanan pengguna dalam penggunaan kipas angin.

Kata kunci— Sistem Kendali, Kipas Angin, Otomatis, Arduino.

Abstract— Technological development in the field of automation has had a significant impact on efficiency and convenience in everyday life. One of the leading applications of these advancements is the development of automatic control systems for electronic devices. Fans, as one of the commonly used devices for indoor air circulation. Currently, the use of fans is still often done manually, making it less effective and potentially causing energy waste. Previous research has tried to overcome this problem by implementing a temperature sensor as an automatic fan controller. However, this approach proved to be less effective because it did not consider the factor of human presence around the fan, so that the fan could remain on even though the room was uninhabited. The main objective of this research is to develop a fan control system that is responsive to human presence and changes in room temperature. This research uses the Arduino platform as the brain of the system, with a PIR sensor to detect human presence and a DHT11 sensor to detect changes in room temperature. The integration of these two sensors allows the fan to automatically turn on when it detects human presence in the vicinity while regulating the fan speed based on the ambient temperature. The results of this study show that the system successfully turns on the fan when it detects human presence and regulates fan speed based on room temperature. This research can effectively solve the energy waste problem and improve user comfort in using fans.

Keywords— Control System, Fan, Automatic, Arduino.

I. PENDAHULUAN

Dalam era yang terus berkembang ini, kemajuan teknologi telah memunculkan berbagai inovasi dalam bidang otomatisasi, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu implementasi dari kemajuan tersebut adalah pengembangan sistem kendali otomatis untuk perangkat elektronik. Sistem kontrol atau sistem kendali adalah kumpulan dari beberapa komponen yang terhubung satu sama lainnya, sehingga membentuk suatu tujuan tertentu yaitu mengendalikan atau mengatur suatu sistem. Sistem kontrol dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu sistem kontrol loop terbuka dan sistem kontrol loop tertutup[1]. Banyak perangkat elektronik yang bisa

dikembangkan dengan sistem kendali, salah satunya kipas angin. Kipas angin, sebagai salah satu perangkat yang umum digunakan untuk memberikan sirkulasi udara yang menyegarkan di ruangan. Namun pada saat ini masih dilakukan secara manual. Ketika suhu mulai terasa panas maka kipas angin akan dihidupkan dengan cara menekan atau memutar saklar[2].

Hal ini tentunya sangat tidak efektif mengingat kipas angin konvensional seringkali beroperasi tanpa mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan yang relevan, seperti kehadiran manusia. Sehingga tidak jarang ketika seseorang lupa mematikan kipas angin, maka kipas tersebut akan terus menyala. Hal ini dapat mengakibatkan pemborosan energi dan bahkan bisa terjadi konsleting listrik. Beberapa

penelitian terdahulu telah mengusulkan beberapa solusi untuk hal itu, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Handaka Sanjaya, dkk (2021). Pada penelitian ini mengimplementasikan kipas angin otomatis dengan sensor suhu DHT11. Pada hasil penelitian tersebut kipas angin tersebut akan menyala pada suhu diatas 30 derajat celcius dan akan mati pada suhu dibawahnya[3]. Hal ini kurang efektif karena tidak memperhatikan faktor kehadiran manusia sehingga kipas akan tetap menyala berdasarkan suhu ruangan walaupun pada ruangan tersebut tidak ada manusia didalamnya.

Sehingga tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah sistem kendali pada kipas angin yang responsif terhadap kehadiran manusia dan perubahan suhu ruangan. Penelitian ini menggunakan Arduino sebagai otak dalam mengatur kinerja sistem. Sensor PIR (Passive Infrared) sebagai pendeteksi apakah terdapat manusia dalam ruangan tersebut dan Sensor DHT11 sebagai sensor untuk mendeteksi perubahan suhu ruang, sehingga kecepatan kipas angin dapat diatur berdasarkan suhu ruangan secara otomatis. Integrasi kedua sensor ini memungkinkan kipas angin untuk secara otomatis menyala saat mendeteksi keberadaan manusia di sekitarnya, disamping itu juga secara adaptif mengatur kecepatan kipas berdasarkan suhu lingkungan. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini menjadi solusi yang dapat mengatasi masalah yang diidentifikasi sebelumnya dan memberikan kontribusi positif terhadap efisiensi energi dan kenyamanan pengguna.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Dasar Penelitian

2.1.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (Research and Development). Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa inggrisnya Research and Development adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk baru, menguji keefektifan produk yang telah ada, serta mengembangkan dan menciptakan produk baru.

2.1.2 Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penyusunan jurnal ini adalah dengan Penelitian

Dokumentasi, yaitu suatu metode dengan bentuk pengumpulan data dari media kepustakaan. Data ini dapat berupa bahan-bahan pendukung seperti teori-teori dan konsep-konsep yang berasal dari literatur-literatur resmi.

2.1.3 Teknik Analisis Data

Teknik Analisis Data yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini menggunakan Teknik permodelan Unified Modeling Language (UML).

2.1.4 Teknik Perancangan Sistem

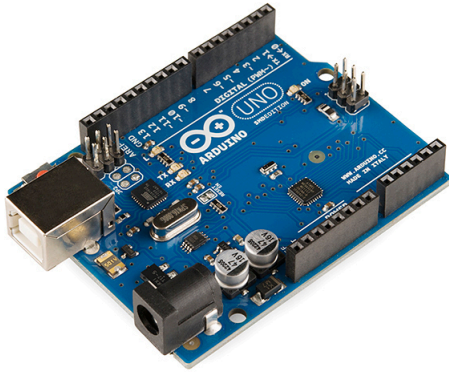
Perancangan Sistem terfokus pada pemrograman Arduino. Perancangan perangkat lunak pada alat ini dibangun menggunakan bahasa C/C++.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler adalah sebuah computer kecil ("special purpose") di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan parallel, Port input/output, ADC. Mikrokontroler Arduino merupakan perangkat yang menjalankan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya [4]. Dengan kata lain, program yang dibuat oleh seorang programmer menjadi elemen terpenting dan utama dalam sebuah sistem komputerisasi. Program ini memberikan instruksi kepada komputer untuk melakukan serangkaian tindakan sederhana yang kemudian membentuk tugas yang lebih kompleks sesuai dengan keinginan programmer. Beberapa fitur utama yang tersedia pada Arduino adalah:

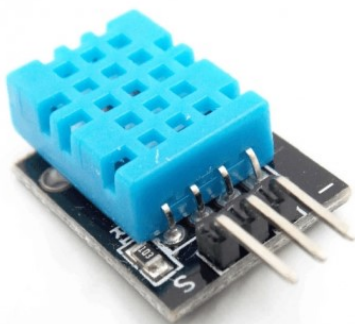
- a) Mikrokontroler
- b) Papan Pengembangan
- c) Input/Output(I/O) Pin
- d) Lingkungan Pengembangan
- e) Bahasa Pemrograman
- f) Soket Pemrograman
- g) USB port
- h) Voltase Operasional
- i) Dukungan Perangkat tambahan



Gambar 1. Arduino Uno

2.2.2 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini memiliki tingkat kestabilan yang baik, respon pembacaan yang cepat, dan kemampuan anti-interference dengan harga yang terjangkau, sehingga sangat cocok apabila dipadukan dengan Arduino Uno[5]. DHT11 memiliki kapasitas kalibrasi yang luar biasa. Koefisien kalibrasi ini disimpan dalam program memori OTP. Oleh karena itu, ketika sensor internal mendeteksi suhu atau kelembaban, module ini akan membaca koefisien sensor tersebut. Produk ini dapat digunakan untuk banyak pengukuran suhu dan kelembaban karena ukurannya yang kecil dan transmisi sinyal hingga 20 meter[6].

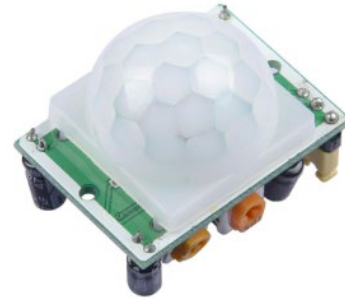


Gambar 2. Sensor DHT11

2.2.3 Sensor PIR

Sensor PIR (Passive Infra Red) adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran sinar infra merah. Sensor PIR bersifat pasif, artinya

sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar[7].



Gambar 3. Sensor PIR

2.2.4 Motor DC

Motor listrik DC dapat menghasilkan energi kinetik atau gerakan dari listrik. Motor DC juga disebut motor arus searah karena memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah. Motor listrik DC menghasilkan sejumlah putaran per menit, yang biasanya disebut revolusi per menit (RPM). Jika polaritas listrik yang diberikan padanya dibalikkan, mereka dapat mengubah arah putaran mereka searah jarum jam atau sebaliknya. Apabila tegangan yang diberikan kepada motor DC lebih rendah dari tegangan operasionalnya, maka motor akan bergerak lebih lambat, tetapi apabila tegangan yang diberikan lebih tinggi, maka motor akan bergerak lebih cepat[8].

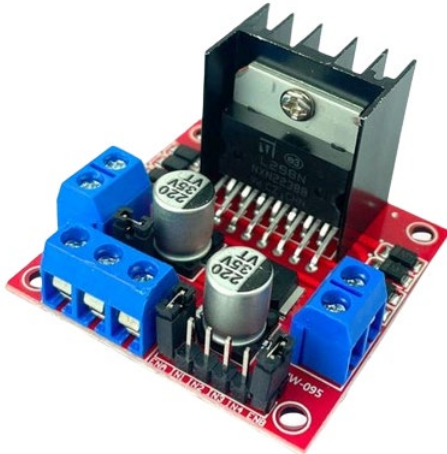


Gambar 4. Motor DC

2.2.5 Driver Motor L298N

Module driver motor DC yang paling umum digunakan dalam dunia elektronika adalah L298N. Driver ini digunakan untuk mengatur kecepatan serta arah perputaran motor DC. Satu buah L298

bisa dipergunakan untuk mengontrol dua buah motor DC. Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikendalikan[9].



Gambar 5. Driver Motor L298N

2.2.6 Unified Modeling Language (UML)

UML adalah singkatan dari Unified Modeling Language, yang merupakan bahasa standar untuk memodelkan, merancang, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. UML memberikan set notasi dan konvensi yang telah ditetapkan untuk menggambarkan berbagai aspek dari sistem perangkat lunak, termasuk struktur, perilaku, interaksi antar komponen, dan arsitektur sistem secara umum[10].

2.2.7 Program C

Program C adalah program komputer yang ditulis dalam bahasa pemrograman C. Bahasa pemrograman C adalah bahasa pemrograman tingkat menengah yang dikembangkan pada awal 1970-an oleh Dennis Ritchie untuk pengembangan sistem operasi UNIX di Bell Labs. Program C terdiri dari serangkaian instruksi yang ditulis dalam sintaksis C, yang kemudian dikompilasi menjadi bahasa mesin atau kode objek yang dapat dieksekusi oleh komputer. Bahasa C dikenal dengan sintaksisnya yang sederhana namun kuat, serta kemampuannya untuk mengakses dan memanipulasi memori secara langsung. Jadi meskipun program yang digunakan adalah C tapi

pada Arduino kita bebas untuk menggabungkan bahasa C dengan C++[11].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

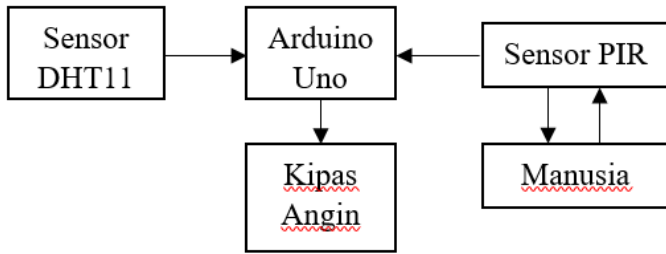
3.1 Analisis Sistem

Sistem kendali kipas angin pada penelitian ini adalah alat yang dapat mendeteksi keberadaan manusia dan suhu ruangan. Keberadaan manusia akan dideteksi oleh sensor PIR dan perubahan suhu akan dikenali oleh sensor DHT11. Kipas akan menyala secara otomatis apabila sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia dan otomatis mengatur kecepatan kipas (motor DC) berdasarkan suhu ruangan secara realtime. Terdapat tiga tingkatan kecepatan kipas berdasarkan suhu ruangan, jika suhu diatas 25 derajat celsius maka kecepatan kipas rendah, jika suhu diatas 30 derajat celsius maka kecepatan kipas sedang, terakhir jika suhu diatas 35 derajat celsius maka kecepatan kipas tinggi. Sedangkan apabila suhu dibawah 25 derajat celsius maka kipas akan mati walaupun terdapat keberadaan manusia yang terdeteksi oleh sensor. Hal ini karena pada suhu tersebut sudah termasuk dingin dan berada dibawah suhu normal ruangan di Indonesia. Untuk mengatur kecepatan kipas (DC Motor) maka rangkaian harus melalui driver motor L298N sebelum masuk ke DC Motor.

3.2 Perancangan Sistem

3.2.1 Perancangan Diagram Blok

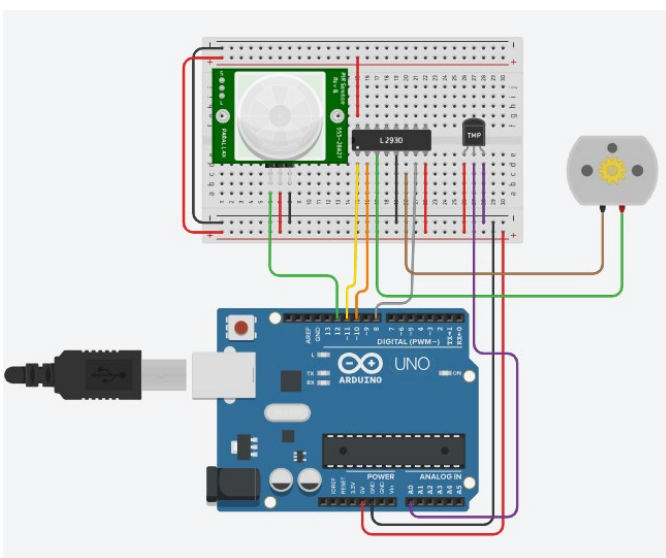
Untuk menggambarkan perancangan sistem yang dilakukan untuk mewujudkan pengembangan sistem kendali kipas angin berbasis Arduino Uno dengan sensor PIR dan sensor DHT11, terlebih dahulu dijelaskan secara umum melalui diagram blok sistem kerja yang diwakili oleh mikrokontroler Arduino Uno sebagai input/output pemrosesan data dan kode program yang dirancang. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek sebagai syarat utama untuk menyalakan kipas ketika sensor suhu DHT11 mendeteksi suhu yang sesuai. Data dari sensor PIR dan sensor suhu DHT11 diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno untuk mengendalikan kipas secara otomatis. Desain diagram blok sistem kendali kipas angin dengan sensor suhu dan sensor ultrasonik berbasis Arduino Uno yang akan kita bangun terlihat sebagai berikut:



Gambar 6. Diagram Blok

3.2.2 Perancangan dengan Tinkercad

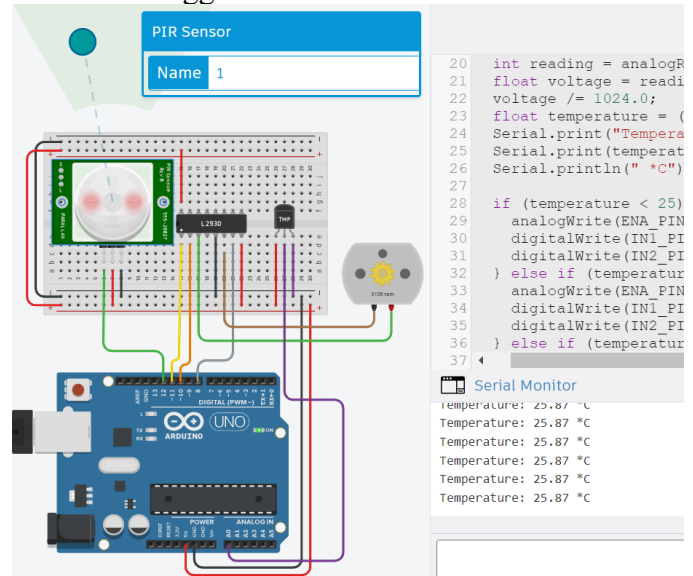
Tinkercad merupakan alat desain 2D maupun 3D dan simulasi online yang dapat digunakan untuk menciptakan dan menguji prototipe rangkaian elektronik[12]. Pada penelitian ini selain digunakan untuk membuat perancangan rangkaian seluruh alat, tinkercad juga digunakan untuk mensimulasikannya sebelum diimplementasikan kedalam perangkat sesungguhnya. Berikut merupakan gambar rangkaian menggunakan tinkercad.



Gambar 7. Rangkaian Tinkercad

Pada rangkaian tersebut terdapat sensor yang menyesuaikan dengan tinkercad seperti sensor DHT11 dan module driver motor L298N. Hal ini karena sensor tersebut tidak tersedia di tinkercad, sehingga harus menyesuaikan dengan menggunakan sensor yang lain. Meskipun berbeda sensor namun fungsinya tetap sama sehingga ketika diimplementasikan kedalam perangkat yang sesungguhnya cukup mengganti beberapa kode program sesuai dengan konfigurasi perangkat.

Selain untuk perancangan, tinkercad juga digunakan untuk simulasi sistem. Berikut gambar simulasi menggunakan tinkercad.



Gambar 8. Simulasi Tinkercad

Dari simulasi diatas dapat dilihat ketika ada objek yang terdeteksi oleh sensor PIR maka kipas angin akan menyala dengan kecepatan sesuai dengan besarnya suhu yang ditentukan. Disini dapat kita uji kecepatan kipas (motor DC) berdasarkan suhu dengan mengaturnya melalui sensor temperature. Berikut ini merupakan tabel kecepatan motor DC:

Tabel 1. Hasil Pengujian Kecepatan

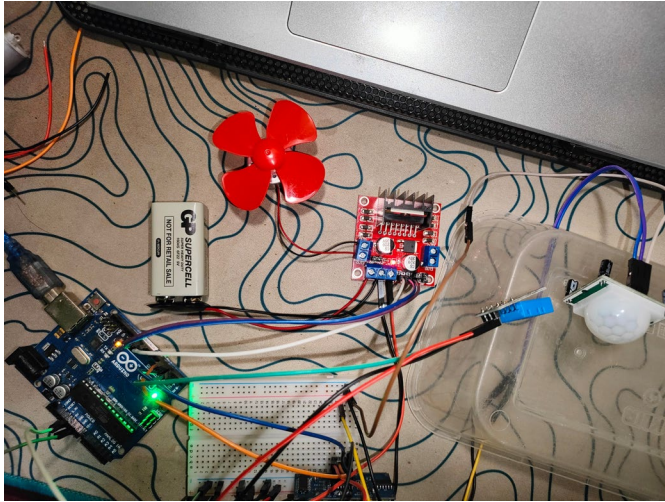
No	Suhu	Kecepatan DC Motor (RPM)
1	20.84° C	0
2	25.87° C	3000 – 3200
3	31.35° C	6000 - 6300
4	37.75° C	9393

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa meskipun sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia, namun apabila suhu dibawah 25 derajat celsius maka kipas angin tidak akan menyala sesuai dengan kode program. Selain itu dapat kita lihat pula bahwa kecepatan maksimum yang ditunjukkan motor DC pada simulasi ini adalah 9393. Hal itu terlihat dari kecepatannya yang tetap diangka tersebut dan tidak fluktuatif seperti kecepatan lain.

3.3 Implementasi Sistem

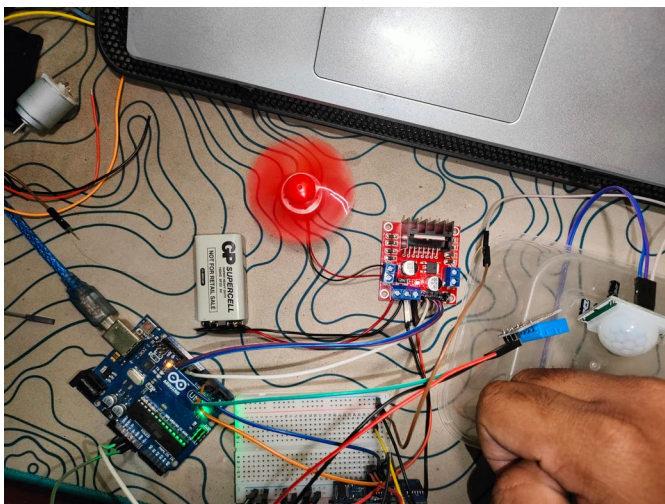
Setelah selesai dilakukan perancangan, langkah terakhir adalah mengimplementasikannya kedalam rangkaian Arduino sesungguhnya. Untuk

rangkaianannya dapat secara persis mengacu dari posisi setiap pin yang ada di tinkercad sehingga cukup menyesuaikan kode untuk konfigurasi sensor DHT11 saja, hal ini karena pada sensor DHT11 memiliki proses konfigurasi yang berbeda dengan yang ada di tinkercad. Hasil rangkaian dari rangkaian tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Rangkaian Sistem

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kipas angin tidak berputar, hal ini dikarenakan sensor PIR tidak mendeteksi adanya keberadaan manusia. Sedangkan apabila terdeteksi kipas akan menyala secara otomatis yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 10. Sensor Mendeteksi Keberadaan Manusia

Dari gambar diatas ditunjukkan bahwa setelah sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia, kipas akan otomatis berputar dengan kecepatan yang sesuai dengan suhu ruangan. Berikut ini merupakan tabel pengujian sistem pada berbagai lokasi berdasarkan dengan perbedaan suhu.

Tabel 2. Pengujian di Lokasi Berbeda

No	Lokasi	Suhu	Kecepatan
1	Ruangan Tertutup (Kamar)	28.7° C	Lambat (Rendah)
2	Ruangan Ber AC	23.3° C	Mati
3	Di Bawah Terik Matahari	38.2° C	Tinggi
4	Ruangan Terbuka (Kantor)	32.8° C	Sedang

Dari tabel diatas ditunjukkan bahwa kecepatan kipas sudah sesuai dengan kode program yang dibuat. Namun pada pengujian ini tidak ditampilkan jumlah RPM seperti pada simulasi tinkercad, hal ini karena Motor DC tidak memiliki kemampuan untuk menampilkan RPM. Sedangkan di tinkercad RPM hanya digunakan untuk membantu user dalam mensimulasikan kecepatan yang berubah meskipun tidak ada kipas yang berputar secara nyata. Namun apabila ingin tetap menampilkan RPM seperti pada tinkercad maka diperlukan lagi Encoder dan Sensor Optocoupler untuk membantu membaca putaran motor per menit (RPM).

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem kendali otomatis untuk kipas angin yang responsif terhadap keberadaan manusia dan perubahan suhu ruangan menggunakan platform Arduino. Dengan mengintegrasikan sensor PIR dan sensor DHT11, sistem ini mampu menyalakan kipas angin secara otomatis saat mendeteksi keberadaan manusia dan mengatur kecepatan kipas berdasarkan suhu ruangan. Hasil dari implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan parameter yang telah ditentukan dalam kode program.

Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penelitian ini mampu menjadi solusi efektif untuk mengatasi masalah pemborosan energi dan meningkatkan kenyamanan pengguna. Sistem ini mampu menyesuaikan operasional kipas angin berdasarkan keberadaan manusia dan kondisi suhu ruangan secara real-time, sehingga pengguna dapat merasakan manfaat dari peningkatan efisiensi

energi dan kenyamanan yang lebih baik. Meskipun hasil penelitian hanya sampai di prototype sederhana, besar harapan penelitian ini dapat terus dikembangkan dengan pengemasan yang lebih baik, serta peningkatan keandalan dan estetika sistem. Dengan demikian sistem kendali kipas angin otomatis ini dapat lebih siap untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan memberikan manfaat yang lebih luas bagi pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penelitian ini, terutama kepada :

1. Bapak Pramono, M.Kom. selaku dosen pembimbing mata kuliah Sistem Kendali
2. Rekan-rekan penulis yang telah bekerjasama untuk menyusun karya tulis ilmiah ini.
3. Seluruh mahasiswa/i kelas TI 21B Universitas Duta Bangsa Surakarta.

REFERENSI

- [1] R. Sudrajat and F. Rofifah, "Rancang Bangun Sistem Kendali Kipas Angin dengan Sensor Suhu dan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *Remik*, vol. 7, no. 1, pp. 555–564, 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.12082.
- [2] Sumardi, "MODEL CONTROL LAMPU KAMAR MANDI MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED RECEIVER BERBASIS ARDUINO UNO," vol. 1, no. 2, pp. 30–33, 2017.
- [3] H. Sanjaya, J. Triyanto, R. Andri, F. Yani, P. P. Sanjaya, and N. K. Daulay, "Kipas Angin Otomatis Menggunakan Sensor Suhu DHT11," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 187–191, 2021, [Online]. Available: <http://prosiding.seminar-id.com/index.php/sensasi/article/view/580>
- [4] F. Zulfikar and A. Anas, "Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Rfid Di Jurusan Tsm Smkn 1 Tirtajaya," *J. Inform. Dan Teknologi Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 266–272, 2022, doi: 10.55606/jitek.v2i3.614.
- [5] E. S. Mudofar Baehaqi, Abdul Rosyid, Agus Siswanto, "Pengujian Performa Sensor DHT11 dan DS18B20 Sebagai Sensor Suhu Ruang Server," *Mestro J. Ilm.*, vol. 2, no. 02, pp. 6–12, 2023.
- [6] M. Y. Eka, E. Aditya, and H. Wibawanto, "Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8," *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 15–17, 2013.
- [7] S. Ma'arif, B. Supradono, and L. Assaffat, "Monitoring Pengaman Bangunan Menggunakan Sensor Gerak Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535," *Media Elektr.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–34, 2016, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/149569-ID-monitoring-pengaman-bangunan-menggunakan.pdf>
- [8] A. Budiyo, G. B. Pramudita, and S. Adinandra, "Kontrol Relay dan Kecepatan Kipas Angin Direct Current (DC) dengan Sensor Suhu LM35 Berbasis Internet of Things (IoT)," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 19, no. 01, pp. 43–54, 2020, doi: 10.31358/techne.v19i01.224.
- [9] G. Toldo and A. Triyanto, "Rancang Bangun Mesin Listrik Pemotong Rumput Menggunakan Control Arduino," *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sci.*, vol. 1, no. 3, pp. 271–282, 2022.
- [10] F. Sonata and V. W. Sari, "Pemanfaatan UML (Unified Modeling Language) Dalam Perancangan Sistem Informasi E-Commerce Jenis Customer-To-Customer," *J. Komunika J. Komunikasi, Media dan Inform.*, vol. 8, no. 1, p. 22, 2019, doi: 10.31504/komunika.v8i1.1832.
- [11] M. Hilman, "Image Viewer Berbasis Arduino," *J. Mosfet*, vol. 1, no. 2, pp. 5–8, 2021, doi: 10.31850/jmosfet.v1i2.937.
- [12] A. BL, S. Anori, I. P. Dewi, and Efrizon, "Exploring the Impact of Tinkercad-Assisted Learning on Student Performance in Industrial Electronics Subject," *J. Hypermedia Technol. Learn.*, vol. 2, no. 2, pp. 123–136, 2024, doi: 10.58536/j-hytel.v2i2.124.