



Integration of DHT11 and PIR Sensors in Indoor Temperature Automation and Motion Detection System Using Arduino Nano Microcontroller

Integrasi Sensor DHT11 dan PIR dalam Sistem Otomatisasi Suhu dan Deteksi Gerakan dalam Ruang Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano

Via Khusnul Pratifi¹, Ananto Tri Sasongko², Dedi Afandi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Indonesia
E-Mail: lviakhusnul28@gmail.com, ananto@pelitabangsa.ac.id², dedi.afandi@pelitabangsa.ac.id³

Received Jun 3rd 2024; Revised Jul 19th 2024; Accepted Jul 22th 2024
Corresponding Author: Via Khusnul Pratifi

Abstract

This research aims to design and construct a temperature control and motion detection system in a room using Arduino Nano equipped with DHT11 and PIR sensors. The research methodology employed is observational experimental research. The observational experimental research began by determining the necessary tools and materials, including software such as Arduino IDE, Fritzing, Draw.io, and Microsoft Word. The hardware used includes an HP laptop with an AMD Ryzen 5 5500U processor, Arduino Nano, PIR sensor, DHT11 sensor, relay components, LCD, Buzzer, LED, 12-volt power supply, cables, and a Maspion F-15 DA fan. Supporting tools such as cutters, screwdrivers, soldering irons, wire cutters, and electric drills were used for assembling electronic components to ensure the system functions as planned. Data collection methods in this study included direct observation of classroom conditions at SMA N 1 Petanahan and literature review to obtain theoretical foundations and supporting information about temperature control systems, sensors, and components used. The research findings indicate that the temperature control and motion detection system passed satisfactory testing. The system effectively maintains room temperature within desired ranges, with the DHT11 sensor demonstrating high accuracy in temperature measurement, showing minimal difference between the read values and actual room temperature. The PIR sensor also proved efficient in detecting motion within specific distances. Integration of all components, including these sensors along with LEDs, Buzzers, and LCDs, operated smoothly and demonstrated harmonious cooperation among the components in overall system operation.

Keywords: Arduino Nano, Automation System, DHT11 Sensor, Microcontroller, Motion Detection, PIR Sensor

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kontrol suhu dan deteksi gerakan pada ruangan dengan memanfaatkan Arduino Nano yang dilengkapi dengan sensor DHT11 dan sensor PIR. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian observatif eksperimental. Penelitian observatif eksperimental dimulai dengan menentukan alat dan bahan yang diperlukan, termasuk perangkat lunak seperti Arduino IDE, Fritzing, Draw.io, dan Microsoft Word. Perangkat keras yang digunakan meliputi laptop HP dengan prosesor AMD Ryzen 5 5500U, Arduino Nano, sensor PIR, sensor DHT11, komponen relay, LCD, Buzzer, LED, power supply 12 volt, kabel, dan kipas angin Maspion F-15 DA. Alat pendukung seperti cutter, obeng, solder, tang potong, dan bor listrik digunakan untuk perakitan komponen elektronika agar sistem dapat berfungsi sesuai rencana. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi langsung terhadap kondisi ruang kelas di SMA N 1 Petanahan, serta studi pustaka untuk mendapatkan landasan teori dan informasi pendukung tentang sistem kontrol suhu, sensor, dan komponen yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kontrol suhu dan deteksi gerakan telah melewati pengujian yang memuaskan. Sistem mampu menjaga suhu ruangan pada rentang yang diinginkan dengan efektif, sementara sensor DHT11 menunjukkan akurasi yang tinggi dalam pengukuran suhu, dengan perbedaan yang sangat kecil antara nilai yang terbaca dan suhu aktual ruangan. Sensor PIR juga terbukti efisien dalam mendeteksi gerakan pada jarak tertentu. Integrasi semua komponen, seperti sensor-sensor tersebut bersama dengan LED, Buzzer, dan LCD, berjalan dengan baik dan menunjukkan kerja sama yang harmonis antar komponen tersebut dalam operasi sistem secara keseluruhan.

Kata Kunci: Arduino Nano, Deteksi Gerakan, Mikrokontroler, Sensor DHT11, Sensor PIR, Sistem Suhu

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, masalah seperti suhu ruangan yang tidak ideal dan penggunaan energi yang tidak efisien dapat terjadi di banyak tempat, seperti rumah, kantor, dan gedung publik. Suhu ruangan yang terlalu panas atau terlalu dingin dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan mengganggu aktivitas manusia, dan penggunaan energi yang tidak efisien dapat menyebabkan pemborosan dan peningkatan biaya. Kontrol suhu dan deteksi gerakan dalam ruangan sangat penting untuk berbagai aplikasi, seperti manajemen energi, keamanan, dan kenyamanan. Sistem kontrol suhu memungkinkan pengguna menjaga suhu ruangan yang mereka inginkan. Di dalam ruangan, terlalu panas dapat menyebabkan penurunan kemampuan fisik. Terlalu panas atau terlalu dingin juga dapat menyebabkan ketidakseimbangan suhu tubuh, menyebabkan pusing, kelelahan, atau bahkan hipotermia (juga dikenal sebagai *heatstroke*), yang dapat mempengaruhi kesehatan secara keseluruhan. Temperatur yang nyaman bagi manusia adalah 20 hingga 30 derajat *celcius*[1] Ada tingkatan suhu yang nyaman untuk orang Indonesia terbagi menjadi tiga bagian, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 1.

Table 1. Kategori Temperatur Efektif bagi Kenyamanan Orang Indonesia

| | Temperatur Efektif (TE) | Kelembaban (%) |
|----------------|-------------------------|----------------|
| Sejuk Nyaman | 20,5°C TE – 22,8°C TE | 50% |
| Nyaman Optimal | 22,8°C TE – 25,8°C TE | 70% |
| Hangat Nyaman | 25,8°C TE – 27,1°C TE | 60% |

Berdasarkan data dalam Tabel 1, terdapat tiga kategori temperatur efektif yang mempengaruhi kenyamanan orang Indonesia, yaitu "Sejuk Nyaman," "Nyaman Optimal," dan "Hangat Nyaman." Kategori "Sejuk Nyaman" mencakup rentang temperatur dari 20,5°C hingga 22,8°C dengan kelembaban 50%. Dalam kondisi ini, orang Indonesia cenderung merasa nyaman dalam suhu yang lebih sejuk dengan tingkat kelembaban yang moderat, biasanya terjadi di daerah pegunungan atau saat pagi dan malam hari di dataran rendah. Kategori "Nyaman Optimal" mencakup temperatur dari 22,8°C hingga 25,8°C dengan kelembaban 70%. Ini adalah kondisi di mana mayoritas orang Indonesia merasa paling nyaman, karena suhu cukup hangat namun masih dalam batas kenyamanan dengan kelembaban yang tinggi, sering terjadi di dataran rendah pada siang hari. Sementara itu, kategori "Hangat Nyaman" mencakup rentang temperatur dari 25,8°C hingga 27,1°C dengan kelembaban 60%. Meskipun lebih hangat, orang Indonesia masih merasa nyaman dalam kondisi ini karena kelembaban yang sedikit lebih rendah membantu menjaga kenyamanan meskipun suhu lebih tinggi. Analisis ini menunjukkan bahwa kenyamanan orang Indonesia sangat dipengaruhi oleh kombinasi suhu dan kelembaban, dengan rentang temperatur efektif untuk kenyamanan berkisar antara 20,5°C hingga 27,1°C dan kelembaban bervariasi antara 50% hingga 70%, di mana kondisi paling ideal adalah pada temperatur 22,8°C hingga 25,8°C dengan kelembaban 70%.

Sistem otomatis adalah kumpulan perangkat yang memiliki fungsi berbeda namun saling terkait, membentuk satu kesatuan yang dapat menjalankan tugasnya secara otomatis atau mandiri sesuai dengan fungsinya [2]. Sensor adalah transduser yang mampu mengubah variasi gerak, panas, cahaya, sinar, magnetis, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Selain itu, sensor berperan sebagai alat untuk mendeteksi dan mengukur besaran tersebut [3]. Kipas angin digunakan untuk menghasilkan angin dan memiliki berbagai fungsi seperti pendingin udara, penyegar udara, ventilasi, dan pengering. Terdapat kipas angin tradisional seperti kipas tangan dan kipas angin listrik yang digerakkan dengan tenaga listrik. Kipas angin juga digunakan dalam mesin penyedot debu dan dekorasi ruangan. Ukuran dan fungsi kipas angin bervariasi, termasuk kipas mini yang dipegang tangan dan kipas dalam CPU komputer untuk mendinginkan komponen. Kecepatan kipas angin dapat diatur dengan pemutar, tali penarik, atau remote control[4]. Arduino IDE digunakan untuk membuat source code bagi board Arduino. Software ini dapat ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasar [5]. Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis program, yang kemudian dikompilasi menjadi file biner dan diunggah ke memori mikrokontroler [6]. Papan pengembangan Arduino Nano adalah mikrokontroler berbasis chip ATmega328P yang sangat kecil [7]. Papan pengembangan Arduino Nano memiliki fitur yang hampir sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi memiliki fitur yang berbeda dalam paketnya [8]. Papan pengembangan Arduino Nano memerlukan kabel USB Mini-B bukan kabel standar[9]. DHT11 adalah sensor yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara sekitar dan sangat stabil serta akurat dalam kalibrasi. Ini juga memiliki kualitas terbaik dalam hal respons, pembacaan data yang cepat, dan anti-*interference*. DHT11 kompak dan mengirimkan sinyal hingga 20 meter, membuatnya mudah digunakan, dan cocok untuk pengukuran suhu dan kelembaban yang berbeda. Dengan tegangan supply 5 V dan konsumsi daya maksimum rata-rata sekitar 0,5 mA, DHT11 tidak mengkonsumsi banyak daya [10].

Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR) digunakan untuk mendeteksi gerakan menggunakan cahaya inframerah. Sensor ini dapat mendeteksi manusia dan hewan karena memancarkan radiasi infra merah tertentu yang dapat dideteksi oleh sensor. Prinsip dasar sensor PIR adalah menggunakan sensor *piezoelektrik* yang merespon radiasi energi inframerah. Sensor ini menerima energi inframerah pada panjang gelombang antara 8

dan 14 mikrometer. Berbeda dengan inframerah aktif yang menggunakan pemancar dan penerima, sensor PIR tidak memancarkan energi sendiri dan hanya mengukur radiasi inframerah artinya sensor PIR bekerja secara pasif tanpa menghasilkan *noise* apapun [11]. Sensor PIR berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi pergerakan manusia. Saat pengontrol mendeteksi pergerakan manusia, ia menerima sinyal dari sensor dan bereaksi dengan menyalakan komponen seperti relay dan sensor suhu. Sensor PIR secara bersamaan menerima sinyal yang menghidupkan atau mematikannya untuk menjalankan perintah [12].

Dari hasil observasi pada SMA Negeri 1 Petanahan, sering kali ditemukan bahwa kipas angin di ruang kelas dibiarkan menyala setelah kegiatan belajar mengajar selesai. Hal ini disebabkan oleh kelalaian siswa atau staf yang lupa mematikan kipas angin. Akibatnya, terjadi pemborosan energi listrik yang tidak perlu, yang tentunya meningkatkan biaya operasional sekolah dan merugikan lingkungan [13]. Dengan adanya sistem kontrol suhu dan deteksi gerakan yang otomatis, diharapkan dapat mengatasi masalah ini dengan mematikan kipas angin secara otomatis ketika tidak ada aktivitas di dalam ruangan [14]. Dengan mempertimbangkan situasi ini, peneliti merancang dan membangun sistem kontrol suhu dan deteksi gerakan pada ruangan menggunakan Arduino Nano yang dilengkapi dengan sensor DHT11 dan sensor PIR [15]. Pengembangan teknologi berbasis mikrokontroler di lingkungan akademik dengan meningkatkan efisiensi energi, keamanan, dan kenyamanan ruang di SMA Negeri 1 Petanahan.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Rakhmat Sudrajat dan Fahimatu Rofifah dengan hasil bahwa sensor suhu (DHT11) dan sensor ultrasonik (HC-SR04) dengan sistem kendali kipas otomatis berbasis Arduino Uno dengan sensor suhu dan ultrasonik terbukti efektif mengurangi konsumsi daya di rumah. Sistem ini membantu menghemat energi dengan menyesuaikan kipas secara otomatis berdasarkan suhu ruangan dan deteksi objek [16]. Sementara Penelitian Rian Ordila dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang diterapkan berfungsi dengan baik, memberikan kontrol kipas yang efisien berdasarkan pengaturan suhu dan waktu [17]. Penelitian Lovanda A, Thamrin hasilnya menunjukkan pengujian perangkat berhasil, memastikan perangkat berfungsi sebagaimana mestinya dan memenuhi spesifikasi yang diinginkan [18].

Novelty dari penelitian penelitian ini terletak pada beberapa aspek inovatif dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Pertama, penelitian ini tidak hanya mengintegrasikan sensor suhu DHT11 tetapi juga sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, yang memberikan kemampuan ganda dalam mengelola kondisi ruangan berdasarkan suhu dan kehadiran penghuni. Berbeda dengan penelitian Rakhmat Sudrajat dan Fahimatu Rofifah yang menggunakan sensor suhu DHT11 dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk kontrol kipas otomatis berbasis Arduino Uno, penelitian ini menggunakan kombinasi sensor yang berbeda dan platform mikrokontroler yang lebih kecil dan hemat energi, yaitu Arduino Nano. Selain itu, penelitian ini fokus pada analisis pengaruh kondisi ruangan terhadap kinerja sistem kontrol suhu dan deteksi gerakan, dengan tujuan utama meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan [19]. Hal ini memperluas cakupan dari penelitian Rian Ordila yang lebih berfokus pada efisiensi kontrol kipas berdasarkan pengaturan suhu dan waktu. Penelitian Lovanda A. Thamrin yang memastikan perangkat berfungsi sesuai spesifikasi juga menjadi dasar, namun penelitian ini menambahkan aspek evaluasi kinerja dalam kondisi ruangan yang berbeda, yang sebelumnya belum banyak dieksplorasi. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dan inovatif dalam sistem otomatisasi suhu dan deteksi gerakan, menggabungkan efisiensi energi dengan peningkatan kenyamanan pengguna, serta menggunakan kombinasi sensor dan platform mikrokontroler yang belum banyak diterapkan secara luas dalam konteks yang sama.

Dari analisis yang telah diuraikan maka penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kontrol suhu dan deteksi gerakan pada ruangan dengan memanfaatkan Arduino Nano yang dilengkapi dengan sensor DHT11 dan sensor PIR. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menguji kemampuan sistem yang telah dibangun dalam menjaga suhu ruangan tetap ideal sesuai dengan kebutuhan. Analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi ruangan terhadap kinerja sistem kontrol suhu dan deteksi gerakan ini, dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi rumah pintar yang hemat energi dan nyaman bagi penghuninya.

2. BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian observatif eksperimental. Tahapan penelitian observatif eksperimental dengan langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan alat dan bahan yang dibutuhkan pada sistem ini, yang meliputi perangkat lunak (software) dan perangkat keras (hardware). Dalam proses penelitian, beberapa perangkat lunak yang digunakan antara lain Arduino IDE, yang berfungsi untuk mengedit dan menulis program sekaligus mengkompilasi program menjadi bahasa mesin agar bisa terbaca dan dijalankan oleh perangkat keras Arduino serta memasukkan program yang telah ditulis ke dalam IC mikrokontroler di perangkat keras Arduino [20]. Selain itu, digunakan juga Fritzing untuk membuat desain rangkaian elektronika sekaligus membuat layout PCB, Draw.io untuk membuat diagram alir dan diagram blok pada proses perancangan perangkat sistem, dan Microsoft Word.

Untuk perangkat keras, penelitian ini menggunakan laptop HP – 245 G8 Notebook PC dengan prosesor AMD Ryzen 5 5500U with Radeon Graphics dan OS Windows 11 sebagai alat utama dalam pengembangan

dan pemrograman. Arduino Nano digunakan sebagai perangkat keras utama yang membaca dan mengolah data sekaligus menghasilkan keluaran yang sesuai untuk mengontrol kecepatan kipas angin. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi gerakan manusia dan mengirim sinyal ke mikrokontroler, sedangkan Sensor DHT11 mengukur suhu dan kelembaban di dalam ruangan. Komponen relay berfungsi sebagai saklar elektrik yang dapat dikendalikan oleh mikrokontroler untuk menggantikan saklar atau tombol manual pada kipas angin, sementara LCD menampilkan informasi data suhu, kelembaban, dan kecepatan kipas angin sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan dan status operasi perangkat sistem. Buzzer berfungsi sebagai indikator suara yang memberi sinyal kepada pengguna ketika perangkat sistem diaktifkan atau mengalami kondisi tertentu, dan LED digunakan sebagai indikator visual untuk menunjukkan bahwa sistem berjalan. Power supply 12 volt berfungsi sebagai sumber catu daya untuk keseluruhan perangkat sistem. Selain itu, kabel digunakan untuk menghubungkan beberapa komponen menjadi satu kesatuan agar antar komponen bisa saling terhubung, dan kipas angin Maspion dengan spesifikasi model F – 15 DA, diameter bilah 6", daya 14W, digunakan sebagai perangkat utama yang dikontrol dalam penelitian ini.

Selain perangkat utama, penelitian ini juga menggunakan beberapa alat pendukung dalam proses penelitian untuk membuat perangkat sistem. Alat-alat pendukung tersebut meliputi cutter atau pisau yang digunakan untuk memotong kabel atau bahan lain yang diperlukan, obeng yang digunakan untuk memasang atau melepas sekrup, serta solder dan timah solder yang digunakan untuk menyambungkan komponen elektronika. Selain itu, tang potong digunakan untuk memotong kaki komponen atau kabel dengan presisi, dan bor listrik digunakan untuk membuat lubang pada kotak atau panel untuk pemasangan komponen. Alat-alat pendukung ini sangat penting untuk memastikan perangkat sistem dapat dirakit dengan baik dan berfungsi sesuai rencana.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi dan studi pustaka. Observasi dilakukan dengan mengamati langsung kondisi lingkungan di SMA N 1 Petanahan, khususnya ruang kelas yang dijadikan tempat penelitian. Melalui observasi, dapat mengamati suhu ruangan, penggunaan kipas angin, aktivitas dalam ruangan, dan faktor-faktor relevan lainnya. Teknik studi pustaka melibatkan mempelajari berbagai sumber tertulis seperti buku, jurnal, dan laporan penelitian yang relevan dengan topik penelitian. Studi pustaka ini bertujuan untuk memperoleh landasan teori dan informasi pendukung yang diperlukan untuk memahami sistem kontrol suhu, sensor, dan komponen yang digunakan dalam penelitian. Adapun flowchart penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Sistem Berjalan

Gambar 1 menunjukkan alur sederhana di mana siswa atau pengguna memasuki ruang kelas dan kemudian menyalakan kipas angin secara manual. Alur ini dimulai dengan siswa atau pengguna yang masuk ke dalam ruang kelas, kemudian dilanjutkan dengan tindakan menyalakan kipas angin secara manual oleh mereka. Gambar 1. memberikan ilustrasi yang jelas mengenai tahapan-tahapan tersebut, membantu dalam memahami proses dasar yang terjadi dalam penggunaan kipas angin di ruang kelas.

Penelitian ini melakukan analisis terhadap pengontrolan kipas angin di ruang kelas SMA Negeri 1 Petanahan. Dari hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa pengontrolan kipas angin saat ini masih sangat sederhana dan kurang efisien dalam hal penggunaan energi serta pengaturan suhu ruangan yang nyaman.

Diperlukan perbaikan dan pengembangan sistem dengan menambahkan fitur otomatisasi, sensor suhu, dan deteksi keberadaan orang untuk mengatasi masalah-masalah tersebut.

2.1. Perancangan Sistem yang Diusulkan

2.1.1. Cara Kerja Alat dan Diagram Blok Sistem

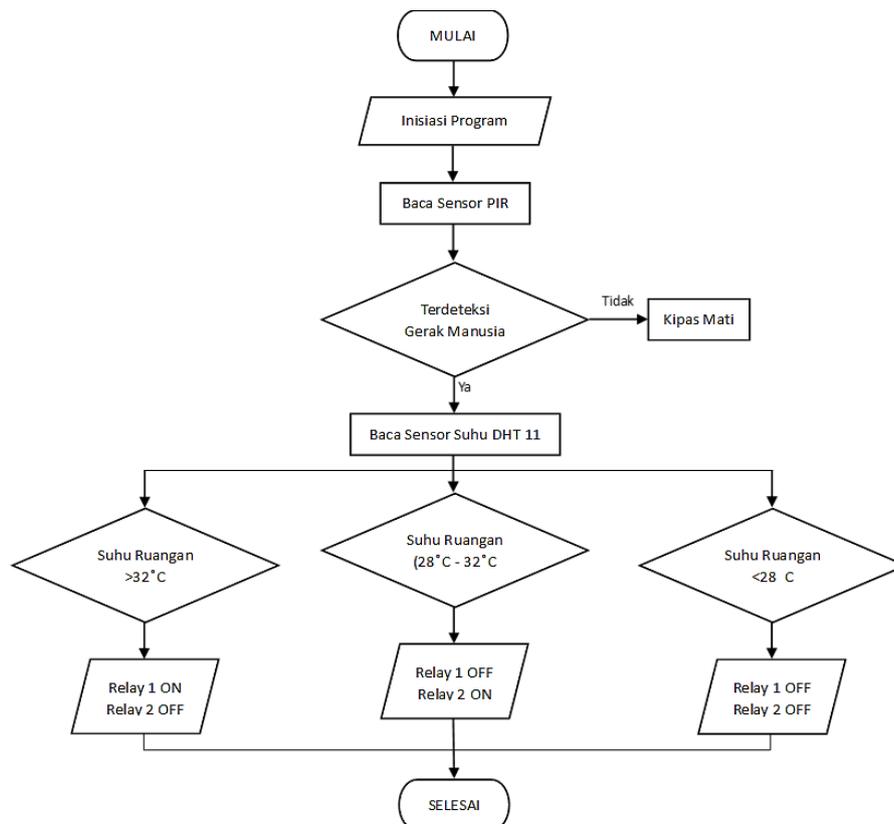


Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Sistem ini dirancang untuk mengotomatisasi pengaturan suhu dan deteksi gerakan dalam suatu ruangan dengan melibatkan manusia di dalamnya. Sensor DHT11 akan membaca suhu ruangan, sementara sensor PIR akan mendeteksi adanya gerakan manusia. Data pembacaan kedua sensor ini akan dikirimkan ke Arduino Nano untuk diproses. LED akan berkedip setiap 1 detik sebagai indikasi bahwa Arduino Nano sedang memproses data suhu. Arduino Nano akan mengeksekusi program yang telah dimasukkan, dimana jika suhu melebihi ambang batas tertentu dan terdeteksi adanya gerakan manusia, maka Arduino akan memerintahkan relay untuk menghidupkan kipas angin guna menurunkan suhu ruangan. Buzzer akan berbunyi saat sistem pertama kali dijalankan sebagai notifikasi bahwa sistem telah siap beroperasi. Selain mengontrol kipas angin, Arduino juga akan menampilkan informasi suhu dan status kipas angin pada LCD 16x2. Dengan demikian, sistem ini dapat membantu mengatur kenyamanan suhu ruangan secara otomatis sesuai dengan kehadiran manusia di dalamnya.

2.1.2. Flowchart

Flowchart adalah suatu bagan dengan simbol tertentu yang menjelaskan urutan proses secara detail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. Gambar 3 adalah flowchart yang digunakan dalam program pengontrolan suhu dan gerak berbasis arduino.

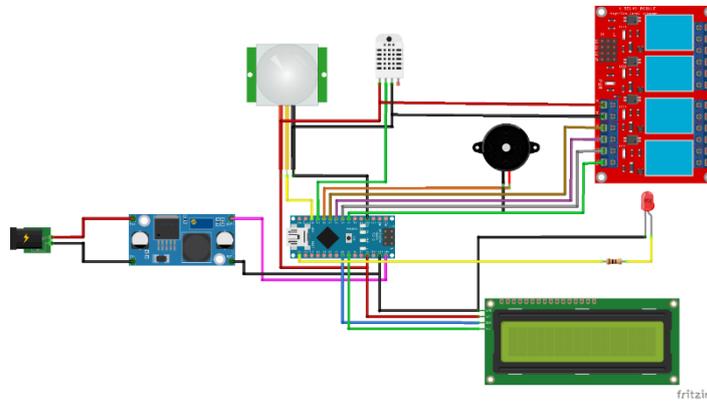


Gambar 3. Flowchart Sistem

Berdasarkan gambar 3 dapat dijelaskan ketika pertama kali alat dijalankan perangkat akan menjalankan fungsi inialisasi program yaitu menyiapkan *input* program yang digunakan di dalam perangkat sistem, kemudian perangkat sistem akan membaca *input* sensor pir yang akan mendeteksi adanya gerakan manusia. Jika sensor pir tidak mendeteksi adanya gerakan manusia maka kipas angin tidak akan menyala. Jika sensor

pir mendeteksi adanya gerakan manusia maka perangkat sistem akan membaca sensor suhu dht11. Jika suhu ruangan yang terbaca antara 28°C sampai dengan 32°C maka relay 2 akan berada pada kondisi *ON* sehingga kipas angin akan berputar pada kecepatan 1(normal). Jika suhu ruangan yang terbaca lebih dari 32°C maka relay 1 akan berada pada kondisi *ON* sehingga kipas angin akan berputar pada kecepatan 2(tinggi). Jika suhu yang terbaca kurang dari 28°C atau sensor pir tidak mendeteksi adanya gerakan manusia maka semua relay akan berada pada kondisi *OFF*.

2.1.3. Skematik Rangkaian



Gambar 4. Skematik Rangkaian

Gambar 4 merupakan skematik rangkaian alat yang terdiri dari beberapa komponen seperti arduino nano, sensor pir, sensor dht11, modul relay 4 channel, buzzer, resistor, led, lcd 16x2, dan modul dc step down. Skema rangkaian diatas dirancang menggunakan *software* fritzing. Skema rangkaian tersebut terbagi menjadi beberapa blok rangkaian yaitu blok input, blok proses dan blok output.

2.1.4. Blok Input

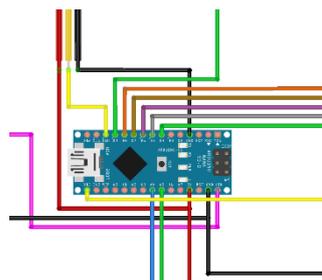
Didalam blok input terbagi menjadi 2 blok masukan yaitu Input Tegangan dan Input Sensor, ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Blok Input Tegangan dan Blok Input Sensor

Gambar 5 merupakan blok input tegangan terdapat komponen utama yaitu modul dc step down LM2596 dan adaptor dc 12 volt. Modul dc step down LM2596 berfungsi untuk menurunkan tegangan sekaligus meregulasi tegangan 12 volt dari adaptor menjadi 5 volt untuk dihubungkan ke arduino nano dan komponen lainnya agar rangkaian dapat bekerja. Gambar 6. merupakan blok input sensor terdiri dari sensor pir dan sensor dht11. Sensor pir digunakan untuk membaca gerak manusia menjadi sinyal digital sebagai input atau masukan signal yang akan dibaca oleh arduino nano dan sensor dht11 digunakan untuk membaca suhu ruangan.

2.1.5. Blok Proses



Gambar 6. Blok Proses

Gambar 6 merupakan blok rangkaian proses menggunakan komponen utama arduino nano sebagai komponen utama yang akan membaca input sensor kemudian memprosesnya sesuai dengan *code* program yang ditanamkan di dalamnya sehingga menjadikan keluaran atau output yang sesuai.

2.1.6. Blok Output

Didalam rangkaian blok *output* terdapat beberapa komponen yang digunakan yaitu buzzer, modul relay 4 channel, led, lcd 16x2, dan resistor. Buzzer berfungsi sebagai komponen output yang menghasilkan keluaran berupa suara. Modul relay 4 channel digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan kecepatan kipas angin. Led berfungsi sebagai komponen output yang menghasilkan keluaran berupa cahaya sebagai indikator ketika alat bekerja. Lcd 16x2 difungsikan sebagai display yang menampilkan informasi data kecepatan dan suhu yang terbaca dari input sensor dht11. Resistor difungsikan sebagai komponen yang akan menghambat arus yang mengalir menuju komponen led.

2.2. Pengujian Sistem

Dalam penelitian ini menggunakan metode *Blackbox testing*. Metode pengujian ini berfokus pada persyaratan fungsional sistem, tanpa memperhatikan detail implementasi internal atau struktur kode. Dalam konteks sistem otomatisasi suhu dan deteksi gerakan ini, blackbox testing dilakukan dengan mengamati output atau perilaku sistem ketika diberikan input tertentu melalui sensor DHT11 (suhu dan kelembaban) dan sensor PIR (deteksi gerakan). Beberapa pengujian yang dilakukan dengan metode ini antara lain :

1. Pengujian *Input*

Pengujian *input* meliputi pengujian sensor DHT11 dan pengujian Sensor PIR. Pada tahapan pengujian sensor DHT11 dilakukan pengukuran suhu ruangan yang terbaca oleh sensor dan membandingkan hasilnya dengan suhu yang terbaca oleh termometer suhu ruangan. Pengujian sensor PIR dilakukan dengan cara memberikan *trigger*/pemicu berupa gerakan pada jarak tertentu.

2. Pengujian Output

Pengujian output pada perangkat sistem dimulai dengan pengujian LED dan Buzzer kemudian dilanjutkan dengan pengujian perangkat LCD dan Relay.

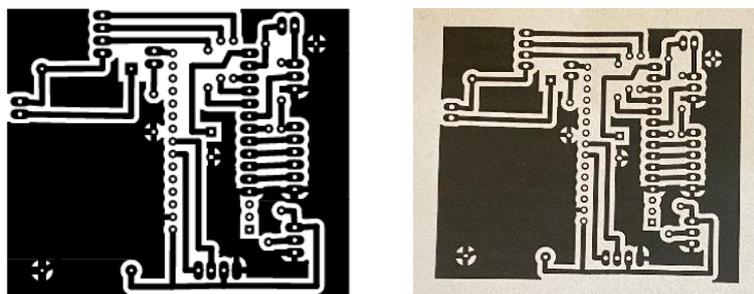
3. Pengujian Keseluruhan

Pada tahapan pengujian keseluruhan ini pengujian dilakukan dengan menjalankan perangkat sistem yang telah dirangkai secara keseluruhan dan mencatat hasil pengujian kedalam tabel pengujian keseluruhan.

3. RESULTS AND DISCUSSION

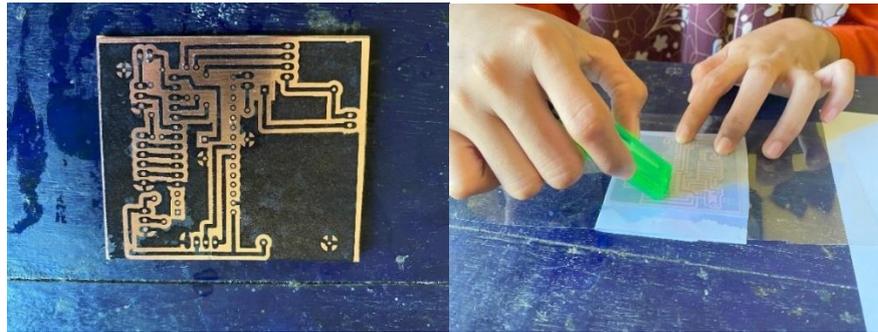
3.1. Pembuatan PCB

Tahapan awal dalam pembuatan pcb adalah membuat layout pcb yang akan dicetak menggunakan *software* fritzing. Dimana pada proses ini menyiapkan desain layout yang akan dicetak sesuai dengan kebutuhan komponen yang digunakan dari skema rangkaian yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 7. Layout dan Prinout PCB

Gambar 7 merupakan desain layout yang akan dicetak ke dalam pcb. Desain ini diekspor menjadi file pdf untuk di cetak pada kertas hvs dengan ukuran A4. Gambar 4.2 merupakan hasil cetak fotocopy sesuai dengan desain layout sebelumnya.



Gambar 8. Proses Transfer Layout ke PCB dan Pengosongan PCB

Gambar 8 merupakan proses transfer layout pcb dengan menggunakan lation anti nyamuk dan plastik mika. Proses ini dilakukan dengan cara menempelkan kertas layout ke pcb kemudian lation anti nyamuk dioleskan diatas kertas tersebut dan dilapisi plastik mika lalu digosok secara merata dan terus menerus sehingga menghasilkan hasil akhir.

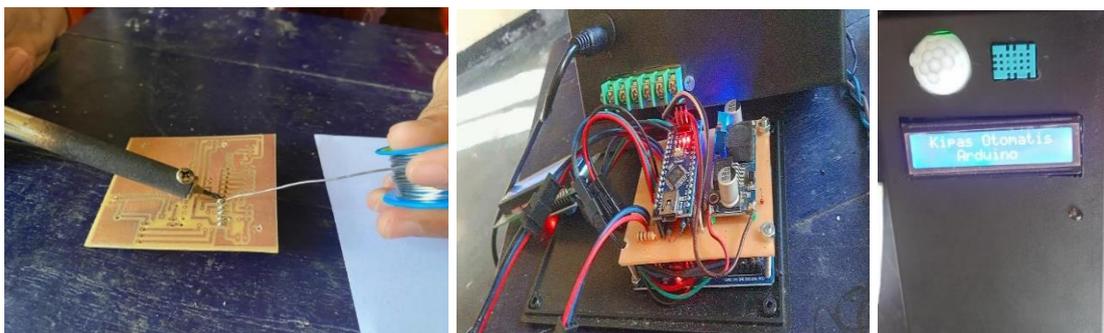


Gambar 9. Pelarutan dan Pengeboran PCB

Gambar 9. pada tahapan ini pelarutan pcb menggunakan cairan kimia *feri klorida* atau $FeCl_3$ yang berfungsi sebagai cairan yang akan mengkikis lapisan tembaga pada pcb yang tidak tertutupi oleh layout pcb. Selanjutnya pcb yang telah dicetak akan dilubangi dengan menggunakan bor listrik terlihat seperti gambar 4.6.

3.2. Pemasangan Komponen dan Proses Perakitan Alat

Tahapan pemasangan komponen dilakukan sesuai dengan papan pcb yang telah tercetak dari tahapan sebelumnya. Beberapa komponen yang dipasang kedalam pcb antara lain arduino nano, buzzer, modul dc step down, resistor dan kabel jumper.



Gambar 10. Proses Penyolderan, Rangkaian Komponen dan Perakitan Alat

Gambar 10 merupakan gambar ketika penyolderan rangkaian komponen dan hasil dari rangkaian komponen Di dalam proses perakitan alat rangkaian komponen pcb dimasukan ke dalam box plastik beserta dengan komponen lainnya seperti sensor DHT11, sensor PIR, LCD 16x2, LED, dan relay sehingga menjadi satu kesatuan perangkat sistem. Hasil dari rangkaian komponen yang telah dimasukan ke dalam box plastik.

3.3. Hasil Perancangan Hardware

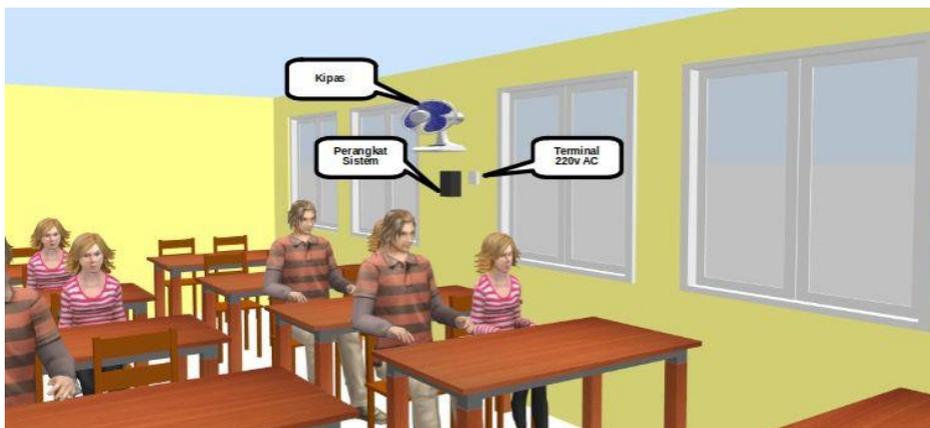
Setelah semua komponen terpasang di PCB dan dimasukkan ke dalam box plastik, hasil perancangan hardware ini menjadi sebuah perangkat yang siap digunakan. Semua koneksi antara komponen telah dilakukan dengan benar, dan sistem telah diuji untuk memastikan bahwa semuanya berfungsi dengan baik. Gambar 11. merupakan hasil akhir dari perancangan *hardware*.



Gambar 11. Hasil Perancangan Hardware

3.4. Desain Penempatan Komponen Sistem

Gambar 12 di atas menggambarkan desain penempatan dan peletakan alat dari sudut ruangan serta tata letak alat yang terlihat dari ujung ruang kelas dan dari depan siswa.



Gambar 12. Desain penempatan alat otomatisasi suhu

3.5. Pengujian dan Hasil

3.5.1. Metodologi Pengujian

Metodologi pengujian yang dilakukan meliputi berbagai sensor dan komponen yang digunakan dalam sistem otomatisasi suhu dan deteksi gerakan. Setiap sensor dan komponen diuji secara individual serta dalam kondisi sistem yang terintegrasi untuk memastikan fungsionalitas dan keakuratannya.

3.5.2. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 dilakukan dengan membandingkan suhu ruangan sebenarnya dengan suhu yang terbaca oleh sensor. Tabel 1 adalah tabel hasil pengujian sensor DHT11.

Tabel 2. Pengujian Sensor DHT11

| No | Suhu Ruangan (°C) | Suhu Terbaca (°C) | Selisih (°C) |
|----|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. | 27,4 °C | 27 °C | 0.4 °C |
| 2. | 28,1 °C | 28 °C | 0.1 °C |
| 3. | 29,8 °C | 30 °C | -0.2 °C |
| 4. | 30,2 °C | 30 °C | 0.2 °C |
| 5. | 31,9 °C | 32 °C | -0.1 °C |
| 6. | 32,2 °C | 32 °C | 0.2 °C |

Dari hasil pengujian sensor DHT11 seperti pada tabel hasil Tabel pengujian suhu menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki akurasi pembacaan yang tinggi. Suhu yang dibaca oleh sensor dan suhu ruangan

sebenarnya berada dalam batas toleransi kesalahan yang dapat diterima. Sensor menunjukkan pengukuran yang konsisten dan presisi yang baik dengan deviasi pembacaan yang sangat kecil. Hasil pengujian ini memvalidasi kemampuan sensor DHT11 untuk mengukur suhu ruangan dengan keandalan yang cukup tinggi. Kesesuaian antara suhu yang diukur oleh sensor dan suhu yang dibacanya menunjukkan bahwa sensor mengukur suhu dengan sangat akurat. Suhu sebenarnya dan suhu terbaca berbeda sedikit, tetapi perbedaan kecil ini dapat diabaikan dan dianggap wajar mengingat faktor-faktor luar yang memengaruhi pengukuran, seperti resolusi sensor dan kondisi lingkungan. Secara keseluruhan, berdasarkan data pada tabel, dapat disimpulkan bahwa sensor DHT11 memiliki kinerja yang memuaskan dalam mengukur suhu ruangan dan dapat digunakan dengan tingkat kepercayaan yang

3.5.3. Pengujian Sensor PIR

Pengujian sensor PIR dilakukan untuk mengukur waktu respon dan efektivitas deteksi gerakan pada berbagai jarak objek. Tabel 3 adalah hasil pengujian Sensor PIR.

Tabel 3. Pengujian Sensor PIR

| No | Jarak Objek (m) | Waktu Respon (s) | Deteksi Gerakan | Waktu Delay (s) |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1. | 0,15 | 1,0 | Terdeteksi | 74 |
| 2. | 0,50 | 1,0 | Terdeteksi | 76 |
| 3. | 1,00 | 1,0 | Terdeteksi | 81 |
| 4. | 2,00 | 1,5 | Terdeteksi | 90 |
| 5. | 3,00 | 1,5 | Terdeteksi | 85 |
| 6. | 3,50 | 1,5 | Terdeteksi | 85 |
| 7. | 4,00 | - | Tidak Terdeteksi | - |
| 8. | 5,00 | - | Tidak Terdeteksi | - |

Sensor PIR dapat mendeteksi gerakan hingga jarak 3.5 meter dengan waktu respon yang baik. Deteksi gagal pada jarak 4 meter dan lebih, menunjukkan batas jangkauan sensor ini.

3.5.4. Pengujian LED

Pengujian LED dilakukan dengan memeriksa kondisi LED menyala dan mati, hasil pengujian LED dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian LED

| No | Kondisi LED | Hasil Pengamatan |
|----|-------------|-------------------------|
| 1. | LED menyala | LED menyala dengan baik |
| 2. | LED Mati | LED tidak menyala |

3.5.5. Pengujian Buzzer

Pengujian buzzer dilakukan dengan memeriksa kondisi buzzer aktif dan tidak aktif, hasil Pengujian Buzzer dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Buzzer

| No | Kondisi Buzzer | Hasil Pengamatan |
|----|--------------------|---------------------------------|
| 1. | Buzzer Aktif | Buzzer mengeluarkan suara |
| 2. | Buzzer Tidak Aktif | Buzzer tidak mengeluarkan suara |

3.5.6. Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan untuk memastikan tampilan awal saat perangkat diaktifkan serta kondisi tampilan pada status low dan high. Gambar 13 merupakan tampilan awal LCD pertama kali dinyalakan dan tampilan LCD dengan kecepatan kipas *high*.



Gambar 13. Tampilan LCD Pertama kali menyala dan Kecepatan High

3.5.7. Pengujian Relay

Pengujian relay dilakukan untuk memastikan status *ON* atau *OFF* relay pada berbagai kondisi kecepatan, Pengujian Relay dapat ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Relay

| No | Kecepatan | Status Relay | | Hasil |
|----|-----------|--------------|---------|-----------------|
| | | Relay 1 | Relay 2 | |
| 1. | 0 | OFF | OFF | Semua relay off |
| 2. | 1 | ON | OFF | Relay 1 on |
| 3. | 2 | OFF | ON | Relay 2 on |

3.5.8. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk memastikan integrasi semua komponen bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi jarak objek dan suhu ruangan.

Tabel 7. Pengujian Keseluruhan

| No | Jarak Objek | Suhu | Status Kecepatan | | Hasil |
|-----|-------------|------|------------------|---------|-------|
| | | | Relay 1 | Relay 2 | |
| 1. | 0,15 | 31 | OFF | ON | Kec 2 |
| 2. | 0,5 | 31 | OFF | ON | Kec 2 |
| 3. | 1 | 27 | ON | OFF | Kec 1 |
| 4. | 2 | 23 | ON | OFF | Kec 1 |
| 5. | 2 | 17 | OFF | OFF | 0 |
| 6. | 2,5 | 32 | OFF | ON | Kec 2 |
| 7. | 3 | 28 | OFF | ON | Kec 2 |
| 8. | 3,5 | 28 | OFF | ON | Kec 2 |
| 9. | 4 | 29 | OFF | OFF | 0 |
| 10. | 4 | 29 | OFF | OFF | 0 |

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki akurasi yang tinggi dengan selisih yang sangat kecil antara suhu yang terbaca oleh sensor dan suhu ruangan yang sebenarnya. Akurasi dan konsistensi pembacaan menunjukkan bahwa sensor DHT11 dapat diandalkan untuk mengukur suhu dalam ruangan. Hasil pengujian sensor PIR menunjukkan bahwa sensor ini efektif dalam mendeteksi gerakan hingga jarak 3.5 meter. Namun, pada jarak 4 meter dan lebih, sensor tidak mendeteksi gerakan hal tersebut menunjukkan batas jangkauan sensor dalam mendeteksi gerakan.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini kami mampu merancang dan membangun sistem otomasi suhu dalam ruangan dan pendeteksi gerakan menggunakan Arduino Nano dengan sensor DHT11 dan PIR. Sistem ini terbukti efektif dalam mengontrol suhu ruangan dan mendeteksi pergerakan manusia. Pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki akurasi yang tinggi dalam mengukur suhu ruangan, dan sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan hingga jarak 3,5 meter. Sistem juga memiliki LCD yang menampilkan informasi suhu dan status kipas, serta buzzer untuk notifikasi. Hasil penelitian ini mempunyai beberapa implikasi penting, antara lain (1) Peningkatan efisiensi energi: Sistem ini membantu menghemat energi dengan mematikan kipas angin secara otomatis saat ruangan kosong. Hal ini mengurangi tagihan listrik dan biaya emisi gas rumah kaca. (2) Peningkatan kenyamanan: Sistem ini membantu menjaga suhu ruangan ideal sesuai kebutuhan pengguna. Hal ini meningkatkan kenyamanan pengguna, terutama di ruangan dengan suhu tidak stabil. (3) Peningkatan keamanan: Sistem ini dapat meningkatkan keamanan suatu ruangan dengan mendeteksi pergerakan orang. Ini membantu mencegah pencurian dan vandalisme.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan berbagai cara, antara lain: (1) Memperluas jangkauan sensor PIR: Jangkauan sensor PIR dapat diperluas dengan menggunakan lensa Fresnel atau teknik lainnya. Hal ini memungkinkan sistem mendeteksi pergerakan dalam jarak yang lebih jauh. (2) Tambahkan sensor: Anda dapat menambahkan lebih banyak sensor ke sistem, seperti sensor kelembapan dan sensor cahaya. Hal ini memungkinkan sistem untuk mengontrol parameter lain di dalam ruangan, seperti kelembapan dan pencahayaan. (3) Mengembangkan sistem yang terkoneksi Internet: Sistem ini dapat dikembangkan sebagai sistem yang terkoneksi Internet. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol sistem dari jarak jauh melalui smartphone atau komputer. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan teknologi rumah pintar yang hemat energi dan nyaman bagi penghuninya.

REFERENSI

- [1] A. Fidela, L. Hilma Sari, D. I. Pembimbing, and D. I. Pembimbing, "Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Kelas dengan Metode Analisis Predicted Mean Vote (PMV) Studi Kasus : Ruang Kuliah Umum 1 Universitas Syiah Kuala," vol. 3, no. 1, pp. 13–16, 2019.
- [2] D. Kusumawati and B. Angga Wiryanto STMIK Bina Mulia Palu, "Perancangan Bel Sekolah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Avr Atmega 328 dan Real Time Clock DS3231," vol. 4, 2018.
- [3] A. Ashifuddin Aqham, L. A. Rajendra Haidar, and S. Tinggi Elektronika Dan Komputer, "Perancangan Kipas Angin Otomatis Menggunakan Sensor Suhu Dan Suara Berbasis Mikrokontroler," 2020.
- [4] L.Novi, "Simulasi Monitoring Pengatur Kecepatan Kipas Angin Menggunakan Sistem Fuzzy Berbasis WEB," *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, vol. 3, no. 1, Apr. 2020.
- [5] F. Lazim and I. Hidayat, "Study Internet of Things (IoT) untuk Autonomous Kelembaban Tanah pada Tanaman dengan NodeMCU V3 ESP8266," *Journal of Mechanical and Electrical Technology*, vol. 1, no. 3, 2022.
- [6] B. T. Haryanto, D. Susilo, and H. Anwariningsih, "Pengaturan Kipas Angin Otomatis Menggunakan Sensor LM35 Berbasis Arduino Di Sate Kambing Mbak Wid."
- [7] Wahidah, "Alat Pencuci Porang Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano," *Majalah Teknik Industri*, vol. 31, no. 1, Jun. 2023.
- [8] M. Rio and Z. Wulansari, "Tingkat Bantu Jalan Tunanetra Pendektesi Halangan Menggunakan sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano," 2020.
- [9] A. Junaedi *et al.*, "Pengaruh (Intensor) Induktor Heater Menggunakan Thermal Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Dalam Mengolah Logam," *Jurnal NOE*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [10] M. Barri, B. Pramudita, and A. Wirawan, "Sistem Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Soil Moisture Dan Sensor DHT11 ," *Jurnal Ilmiah teknik elektronik*, vol. 1, no. 1, 2022.
- [11] R. Jalaludin and D. Laksmiati, "Perancangan Sistem Kendali Irigasi Otomatis dan Pengusir Hama Burung Dengan Menggunakan Sensor PIR," *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, vol. 6, no. 2, pp. 122–134, Sep. 2023, doi: 10.38043/telsinas.v6i2.4565.
- [12] D. Muslimah, P. Ciptadi, and R. Hardyanto, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Gerakan Manusia Untuk Otomatisasi Air Conditioning Berbasis Arduino ," *Jurnal Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 3, pp. 139–145, Oct. 2022.
- [13] N. Supriyana, E. Permata, and M. Fatkhurrohman, "Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Mikrokontroler Atmega 16 Di Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro," vol. 7, no. 2, p. 2019.
- [14] S. Nasional, H. Pengabdian, M. S. Lamada, S. G. Zain, and A. M. Mappalotteng, "PKM Media Pembelajaran Simulator Mikrokontroler Berbasis Internet Of Things (IoT)," no. November, pp. 1212–1215, 2023.
- [15] A. A. Gde Ekayana and N. Suharsono, "Mikrokontroler Berbasis Advance Virtual Risc," *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program*, vol. 3, p. 4, 2013.
- [16] 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, Jan. 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.12082.
- [17] R. Ordila, Yulanda, Putra, and Y. Irawan, "Penerapan Alat Kendali Kipas Angin Menggunakan Microcontroller Arduino Mega 2560 Dan Sensor Dht22 Berbasis Android," *Riau Journal of Computer Science*, vol. 06, no. 02, pp. 101–106, Jul. 2020.
- [18] A. Lovanda and Thamrin, "Sistem Kendali Kipas Angin Otomatis Berbasis NodeMCU ESP8266 Sistem Kendali Kipas Angin Otomatis Berbasis NodeMCU ESP8266 ," vol. 7, no. 3, 2023.
- [19] I. Nurpriyanti, "Otomatisasi Sensor DHT11 Sebagai Sensor Suhu dan Kelembapan pada Hidroponik Berbasis Arduino Uno R3 untuk Tanaman Kangkung," *Jurnal Teknologi dan Terapan Bisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 40–45, 2020.
- [20] G. Gunawan and T. Fatimah, "Implementasi Sistem Pengaturan Suhu Ruang Server Menggunakan Sensor DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler," *Edumatic : Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 101–110, 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i1.2165.