

Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)

DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v9i1.3199>

Penerapan IoT dalam Sistem *Monitoring* Suhu dan Kelembapan pada Lahan Bawah Tanah (*Basement*) Masjid Al-Barkah

Tundo ¹, Anisah Nurul Azhar ^{2*}, Kiki Setiawan ³, Raisah Fajri Aula ⁴^{1,2*,3,4} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

article info

Article history:

Received 19 September 2024

Received in revised form

30 September 2024

Accepted 25 October 2024

Available online January
2025.

Keywords:

Temperature and Humidity
Control System; Internet of
Things (IoT); DHT11 Sensor
and ESP32 Microcontroller.

Kata Kunci:

Sistem Pengendalian Suhu dan
Kelembapan; Internet of
Things (IoT); Sensor DHT11
dan Mikrokontroler ESP32.

abstract

Underground areas, commonly referred to as basements, are often used for essential functions such as parking and electrical distribution spaces. However, unstable temperature and humidity levels due to poor air circulation can affect comfort and safety. Therefore, a system capable of automatically monitoring and controlling temperature and humidity is needed to optimize comfort and energy efficiency. This research employs an Internet of Things (IoT) approach using a DHT11 sensor to detect temperature and humidity in the basement. The data collected by the sensor is processed using a NodeMCU ESP32 microcontroller and then displayed in real-time on a web-based application via the cloud. The system also automatically controls the fan/blower to maintain ideal conditions in the basement. The results of this research show that the implemented IoT system demonstrates high effectiveness in monitoring temperature and humidity in real-time, providing accurate data, enabling energy savings by automatically regulating the fan/blower, and improving air quality and user comfort in the basement.

abstract

Lahan bawah tanah yang umumnya disebut sebagai basement, sering digunakan untuk berbagai fungsi penting seperti parkir dan ruang distribusi elektrik. Namun, suhu dan kelembapan yang tidak stabil akibat sirkulasi udara yang buruk dapat mempengaruhi kenyamanan dan keamanan. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu memantau dan mengendalikan suhu serta kelembapan secara otomatis untuk mengoptimalkan kenyamanan dan efisiensi energi. Penelitian ini menggunakan pendekatan berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan di basement. Data yang dikumpulkan oleh sensor diproses menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32, kemudian ditampilkan secara real-time pada aplikasi berbasis web melalui cloud. Sistem ini juga mengendalikan fan/blower secara otomatis untuk menjaga kondisi ideal di basement. Hasil dari penelitian ini adalah sistem IoT yang diterapkan menunjukkan efektivitas tinggi dalam memonitor suhu dan kelembapan secara real-time dan memberikan data yang akurat, memungkinkan penghematan energi dengan mengatur fan/blower secara otomatis, serta meningkatkan kualitas udara dan kenyamanan pengguna basement.

Corresponding Author. Email: anisa.azhar28@gmail.com ^{2}.Copyright 2025 by the authors of this article. Published by Lembaga Otonom Lembaga Informasi dan Riset Indonesia (KITA INFO dan RISET). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. 

ACM Computing Classification System (CCS)

EBSCOhost

Communication and Mass Media Complete (CMMC)

1. Pendahuluan

Lahan bawah tanah, yang dikenal sebagai basement, adalah bagian penting dari suatu bangunan, terutama dalam hal fungsionalitas dan keamanan. Basement biasanya dimanfaatkan sebagai tempat parkir, pusat distribusi listrik, atau ruang tambahan. Namun, basement rentan terhadap masalah suhu yang tidak stabil akibat sirkulasi udara yang buruk serta tingkat kelembapan yang tinggi. Suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kelembapan, sementara suhu yang terlalu rendah dapat menurunkan kelembapan, sehingga memengaruhi kualitas udara. Oleh sebab itu, diperlukan perangkat kendali yang dapat mengatur kipas/blower secara otomatis sesuai dengan kondisi suhu dan kelembapan. Hal ini bertujuan tidak hanya untuk menjaga suhu dan kelembapan sesuai dengan standar kenyamanan, tetapi juga untuk mengurangi beban kerja kipas/blower, sehingga memperpanjang masa pakai perangkat dan menghemat energi. Pengoperasian kipas/blower di basement Masjid Al Barkah sering dilakukan tanpa henti, yang meningkatkan konsumsi energi listrik. Salah satu solusi yang efektif adalah dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). Teknologi ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian suhu melalui sensor dan sistem kontrol yang terhubung dengan jaringan internet. Dengan penerapan teknologi IoT, perbedaan suhu dapat terdeteksi secara otomatis, dan sistem dapat mengambil tindakan yang sesuai untuk mengatasi kondisi tersebut (Wali dan Ahmad, 2017; Munawir dan Ardiansyah, 2017). Penelitian sebelumnya oleh Satria *et al.* (2017) mengembangkan sistem berbasis IoT untuk memantau suhu dan kelembapan di Laboratorium Kimia XYZ. Penelitian tersebut menggunakan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, yang datanya diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan ditampilkan pada situs web secara berkala. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan suhu dan kelembapan serta pengendalian kipas di basement menggunakan teknologi IoT. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memantau suhu dan kelembapan secara real-time dan secara otomatis mengatur kipas untuk menjaga kondisi basement dalam batas aman dan seimbang.

2. Metodologi Penelitian

Pada bagian ini dijelaskan metodologi yang diterapkan dalam penelitian. Metode merupakan rangkaian langkah-langkah yang digunakan selama penelitian. Selain itu, metodologi juga menentukan hasil yang diharapkan dari setiap input yang ada. Tujuan dari metodologi penelitian ini adalah untuk membuat proses lebih terstruktur dan sistematis, sehingga memudahkan pemantauan perkembangan dan penilaian tingkat keberhasilan.

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan dataset klasifikasi yang bersumber dari data publik. Dataset yang dipilih adalah dataset kelembapan udara yang tersedia secara publik dan telah digunakan dalam penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengembangan sistem monitoring lingkungan. Data ini mencakup parameter seperti tingkat kelembapan udara dan suhu udara, yang digunakan selama proses monitoring. Dataset ini dipilih karena relevan dengan kebutuhan untuk menguji efektivitas sistem monitoring suhu dan kelembapan dengan menggunakan IoT dan mikrokontroler ESP32.

Penerapan Metodologi

Metode perancangan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, seperti analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan, yang diuraikan secara rinci pada gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini dimulai dengan adanya rumusan Masalah utama yang diidentifikasi adalah bagaimana menerapkan *Internet of Things (IoT)* dalam sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis *microcontroller ESP32*. Dari identifikasi permasalahan ini, solusi yang memungkinkan untuk diambil dan diterapkan dijabarkan. Setelah menentukan permasalahan yang akan diteliti, langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian. Selanjutnya, penelitian ini melakukan studi literatur sesuai dengan pokok bahasan masalah yang akan diteliti, seperti penelitian sebelumnya tentang penerapan *IoT* dalam monitoring suhu dan kelembapan, serta penggunaan *microcontroller ESP32* dalam aplikasi nyata. Tujuannya adalah untuk mengumpulkan data dan metodologi yang relevan, serta menemukan gap penelitian yang dapat dijawab melalui studi ini.

Analisa Kebutuhan

Pada tahap ini, kebutuhan sistem yang akan dikembangkan ditentukan melalui analisis kebutuhan pengguna dan pemangku kepentingan. Tujuan tahap ini adalah untuk memahami secara menyeluruh apa yang diharapkan dari sistem yang akan dikembangkan.

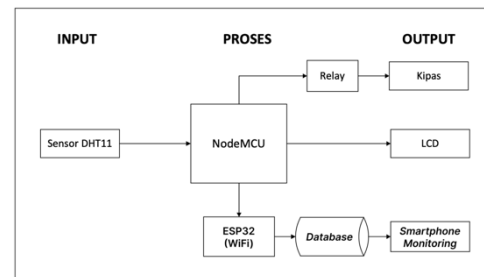
Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem adalah tahap yang sangat penting dalam pengembangan perangkat lunak. Setelah memiliki pemahaman yang mendalam tentang kebutuhan sistem dari tahap analisis, langkah berikutnya adalah merancang sistem tersebut. Proses perancangan mencakup pembuatan rencana dan spesifikasi detail tentang bagaimana sistem akan dibangun. Pada tahap ini, penulis merancang penyusunan alat sensor dengan *Microcontroller NodeMCU ESP32* dan sensor *DHT11*, yang kemudian diterapkan pada proses *wiring*. Setelah proses *wiring* selesai, hasil perancangan dan penyusunan alat ini diuji untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang.

Perancangan Perangkat Keras ESP32 (Hardware)

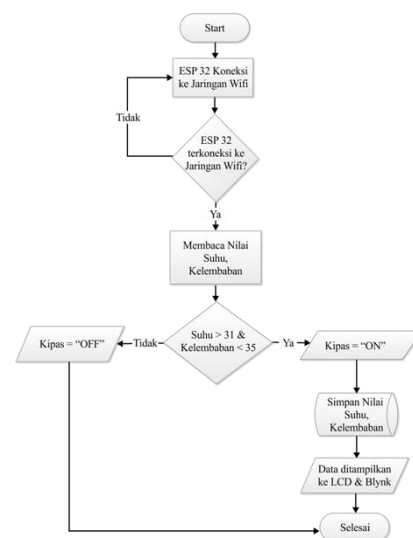
Berdasarkan hasil analisis, dibuatlah perancangan blok diagram. Blok diagram ini dirancang untuk memetakan perangkat keras (*hardware*) sesuai dengan spesifikasi dan cara kerja sistem yang akan dibangun. Diharapkan, blok diagram ini dapat meningkatkan

efisiensi dalam proses desain sistem monitoring suhu dan kelembapan udara, seperti yang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram Sistem

Perancangan dari desain sistem *monitoring* suhu dan kelembapan udara. Sensor *DHT11* mengukur suhu dan kelembapan udara yang ada pada *basement*, kemudian mikrokontroler *NodeMCU ESP32* memproses data sensor yang telah didapatkan dari sensor *DHT11* yang kemudian data sensor tersebut ditampilkan melalui *LCD (Liquid Crystal Display)*, terdapat *ESP32* yang terhubung ke *NodeMCU* yang berfungsi untuk koneksi ke jaringan *WiFi* yang kemudian data sensor *DHT11* dikirim atau disimpan ke *Database* sehingga data sensor tersebut dapat ditampilkan melalui jarak jauh secara *real time* menggunakan *Smartphone Monitoring*, dan terdapat *relay* yang berfungsi untuk menyambung dan memutus arus listrik pada kipas. Selanjutnya, desain untuk *flowchart* sistem dibuat untuk menggambarkan tahapan dan alur kerja sistem secara keseluruhan, yang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem

Proses dimulai dengan mengaktifkan sistem deteksi suhu dan kelembaban. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan secara *real-time* dan merespons secara otomatis terhadap perubahan yang terjadi. Langkah pertama setelah sistem diaktifkan adalah memeriksa status koneksi internet. Koneksi internet diperlukan untuk menyimpan data dan menampilkan informasi ke *website*. Sistem memeriksa apakah koneksi internet tersedia atau tidak. Jika tidak ada koneksi internet, sistem akan berusaha untuk menyambungkan terlebih dahulu. Ini penting untuk memastikan bahwa data yang diukur dapat disimpan dan dipantau secara online. Jika koneksi internet tersedia, sistem akan melanjutkan ke langkah berikutnya, yaitu membaca suhu dan kelembaban. Sensor mulai mengukur suhu dan kelembaban. Data yang diperoleh akan digunakan untuk menentukan tindakan selanjutnya.

- 1) Jika suhu $> 31^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $< 35\%$, sistem mendeteksi kondisi panas dan kering. Dalam kondisi ini, kipas otomatis akan diaktifkan (*on*) untuk membantu menurunkan suhu dan meningkatkan kelembapan.
- 2) Jika suhu $< 31^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $> 35\%$, kondisi di basement menunjukkan suhu yang lebih rendah dan kelembapan yang lebih tinggi. Dalam kondisi ini, kipas akan dimatikan (*off*) karena lingkungan dianggap cukup nyaman.

Setelah pengukuran dilakukan dan tindakan yang sesuai telah diambil, nilai suhu dan kelembapan akan disimpan dalam *database*.

Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Sistem instrumentasi berbasis mikrokontroler memerlukan urutan instruksi yang disebut program. Program sistem alat monitoring suhu dan kelembapan ini ditulis menggunakan bahasa pemrograman *Arduino IDE*. Hasil pemantauan ditampilkan pada *serial monitor* di *Arduino IDE* dan juga melalui aplikasi *Blynk*.

Implementasi Sistem

Pada tahap ini, sistem akan dibangun sesuai dengan analisis kebutuhan dan perancangan yang telah dibuat untuk implementasi alat monitoring suhu dan kelembapan dengan penerapan *IoT* berbasis *Android*. Oleh karena itu, pembahasan difokuskan pada dua poin utama:

- 1) Penggunaan *ESP32* sebagai mikrokontroler utama dalam sistem.
- 2) Pemanfaatan aplikasi *Blynk* untuk menampilkan data monitoring secara *real-time*.

Pengujian dilakukan setelah implementasi sistem selesai untuk membuktikan hasil dari sistem yang telah dibangun. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui performa dan dampak dari alat monitoring suhu dan kelembapan dengan penerapan *IoT*. Pengujian implementasi dirancang untuk mengevaluasi kerja sistem, apakah alat bekerja secara optimal dan menjalankan fungsi sesuai yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dalam dua tahap utama, yaitu pengujian hasil pembacaan sensor dan *testing* aplikasi dalam menampilkan data. Pengujian perangkat keras (*hardware*) meliputi pengujian sensor *DHT11* untuk memastikan kemampuannya dalam mengukur suhu dan kelembapan udara serta pengujian *NodeMCU ESP32* dalam memproses data yang diterima dari sensor *DHT11*. Sementara itu, pengujian perangkat lunak (*software*) dilakukan untuk memeriksa tampilan aplikasi, kecepatan pemrosesan data, dan ketepatan data yang ditampilkan, khususnya dalam bentuk grafik. Selanjutnya, pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk memastikan penerapan *IoT* bekerja sesuai spesifikasi. Pengujian ini mencakup beberapa kondisi: pertama, memberikan input berupa kelembapan udara kering dan suhu panas untuk memastikan alat berfungsi sesuai desain; kedua, memberikan input berupa kelembapan udara dan suhu normal untuk memeriksa kestabilan fungsi alat; dan ketiga, memberikan input berupa kelembapan udara basah dan suhu dingin untuk melihat apakah alat tetap bekerja sesuai dengan spesifikasi. Hasil pengujian ini akan memastikan bahwa sistem monitoring suhu dan kelembapan bekerja secara optimal dalam berbagai kondisi lingkungan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil

Implementasi

Pada penelitian ini digunakan *ESP32* yang mampu memetakan nilai input ke dalam beberapa kategori output. Terdapat dua masukan utama yang akan dibaca oleh sistem, dan hasil perhitungan akan

ditampilkan dalam bentuk grafik pada aplikasi. Implementasi metode penelitian yang telah ditentukan adalah sebagai berikut.

Analisis Software

Pemilihan platform dalam penelitian ini disesuaikan dengan kebiasaan masyarakat saat ini, yaitu penggunaan aplikasi pada perangkat *smartphone* dan situs *website*. Platform ini sangat cocok untuk diakses oleh target pengguna sistem, khususnya untuk keperluan monitoring suhu dan kelembapan. Selanjutnya, akses data dilakukan menggunakan jaringan internet dengan memanfaatkan *database* online untuk menghemat penggunaan penyimpanan perangkat.

Analisis Hardware

Komponen perangkat keras dalam sistem ini terdiri dari:

- 1) Satu buah sensor *DHT11* untuk membaca suhu dan kelembapan udara di lingkungan bawah tanah.
- 2) Satu buah LCD untuk menampilkan informasi terkait hasil pembacaan sensor.
- 3) Satu buah kipas (*DC Fan*) sebagai output untuk mengeluarkan udara pada kondisi tertentu.
- 4) Satu buah *NodeMCU* sebagai inti pengolahan data dan pembacaan kondisi untuk monitoring.
- 5) Satu buah kabel USB sebagai sumber daya untuk perangkat.

Dalam perancangan dan implementasi penerapan *IoT* untuk pembacaan suhu, langkah pertama yang dilakukan adalah mengukur suhu di sekitar objek menggunakan sensor yang telah ditentukan. Begitu juga dengan penerapan *IoT* untuk pembacaan kelembapan. Langkah awal yang dilakukan adalah mencatat hasil pengukuran kelembapan dalam berbagai kondisi. Misalnya, percobaan dilakukan di ruangan dengan udara dingin, kemudian dipindahkan ke ruangan dengan udara panas atau bahkan ke luar ruangan. Alat-alat yang telah ditentukan dibuatkan prototipenya untuk dipasang di lokasi yang akan diuji guna menentukan nilai suhu dan kelembapannya.

Representasi Data

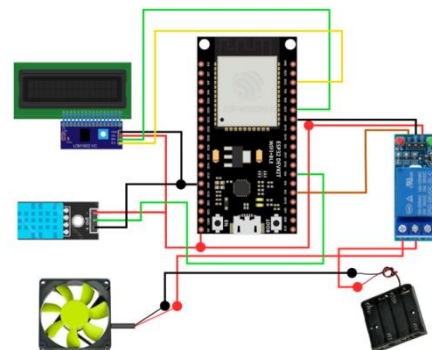
Representasi data dalam penelitian ini berupa nilai-nilai yang dimasukkan ke dalam program sebagai acuan untuk menjalankan alat. Sebagai contoh, dalam

penelitian ini peneliti menetapkan nilai patokan tertentu untuk menentukan kondisi alat.

- 1) Jika nilai sensor suhu $> 31^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $< 35\%$ maka kondisi *fan* akan menyala.
- 2) Ketika nilai sensor suhu $< 31^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $> 35\%$ maka kondisi *fan* mati.

Perancangan Alat (Wiring)

Dalam perancangan alat untuk penerapan *Internet of Things (IoT)* pada sistem monitoring suhu dan kelembapan di lahan bawah tanah (*basement*), digunakan beberapa komponen perangkat keras utama, yaitu *NodeMCU ESP32*, sensor *DHT11*, kipas *DC Fan*, kabel jumper tipe *female to female*, dan kabel USB. Konfigurasi dan sambungan antar komponen dalam proyek ini dirancang dengan cermat agar sesuai dengan kebutuhan sistem. Detail konfigurasi dan sambungan komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Wiring Perangkat Keras

Sistem ini menggunakan satu jenis sensor, yaitu *DHT11*, yang berfungsi untuk membaca suhu dan kelembapan udara. Data yang diperoleh dari sensor ini diolah oleh *NodeMCU ESP32* sebagai pengolah utama. Data yang diterima sebagai input kemudian diproses oleh *NodeMCU ESP32* untuk menghasilkan output yang sesuai. *DC Pump* akan menyala jika suhu dan kelembapan memenuhi nilai yang telah ditentukan sesuai dengan representasi data, dengan bantuan *relay* sebagai saklar otomatis (ON/OFF). Hasil pemrosesan data ini ditampilkan secara langsung pada layar *LCD Display*, memungkinkan pengguna untuk memantau informasi suhu dan kelembapan secara real-time. Selain itu, detail tentang konfigurasi *wiring* yang digunakan dalam sistem ini dijelaskan secara rinci dalam tabel 1.

Tabel 1. *Wiring*

Nama Sensor	Pin Sensor	Pin ESP32
DHT11	GND	GND
	VCC	5V
	DATA	4
Relay	GND	GND
	VCC	3.3V
	I N	2
	NORMALLY	Kabel Merah (DC Pump)
DC Pump	COMMON Contact	Kabel Merah (Baterai)
	Kabel Merah	NORMALLY (Relay)
	Kabel Hitam	Kabel Hitam (Baterai)
LCD Display	GND	GND
	VCC	5V
	SDA	21
	SCL	22

Pengujian

Pada tahap ini, peneliti melakukan beberapa pengujian pada berbagai komponen sistem, yang meliputi:

Pengujian Alat Ukur

Dalam pengujian alat, peneliti menggunakan aplikasi *Arduino IDE*. Aplikasi ini tidak hanya digunakan untuk membuat program atau kode (*coding*), tetapi juga untuk memantau hasil monitoring melalui *serial monitor*. Hasil pengujian alat ukur ditampilkan pada *serial monitor*, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Pengujian Serial Monitor

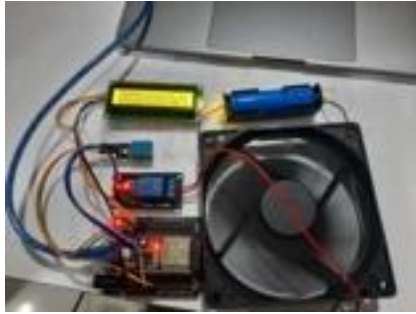


Gambar 6. Pengujian Serial Monitor

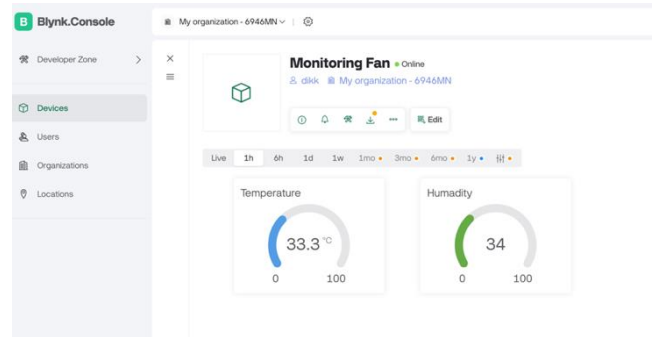
Pengujian ini dilakukan pada kondisi suhu udara yang berubah rubah menyesuaikan dengan suhu di lingkungan sekitar

Penerapan

Sistem yang telah diuji dan dirangkai dapat langsung digunakan di lokasi uji coba, baik di *basement* maupun di luar ruangan. Untuk mengaktifkan perangkat, pengguna hanya perlu menghubungkan perangkat dengan laptop menggunakan kabel USB, atau alternatifnya dapat menggunakan kepala charger maupun sumber daya listrik lainnya. Hasil dari penggunaan alat monitoring ini akan ditampilkan pada layar *LCD* untuk pemantauan langsung, dan juga melalui aplikasi *Android* untuk pemantauan jarak jauh. Tampilan hasil monitoring ini dapat dilihat pada gambar yang disediakan.



Gambar 7. Hasil Penggunaan Alat Monitoring



Gambar 8. Tampilan Pada Aplikasi Blynk

Sesuai dengan nilai sebelumnya yang berada di poin b, sekaligus ditampilkan pada *layer* LCD perangkat IoT, untuk memantau dan mengelola data tersebut dari jarak jauh dapat dilihat dari *Blynk App*, secara tampilan *monitoring* suhu dan kelembaban dengan aplikasi *Blynk* dapat dilihat pada gambar dibawah.

Hasil Akhir Pengujian

Pada tahap ini, setiap komponen sistem diletakkan sesuai dengan fungsinya masing-masing sehingga sistem dapat beroperasi dengan baik. *ESP32* memproses nilai yang diterima dari input data kelembapan udara dan suhu di lingkungan *basement*. Hasil pengujian sistem pengendalian suhu dan kelembapan udara ini dirangkum dan dijelaskan secara rinci dalam tabel yang disediakan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem

Hari Ke-	Waktu	Suhu	Kelembapan	Kipas
Hari Pertama	09.00	25 °C	79%	OFF
	09.30	25 °C	79%	OFF
	10.00	25 °C	78%	OFF
	10.30	26 °C	76%	OFF
	11.00	27 °C	74%	OFF
	11.30	30°C	70%	OFF
	12.00	32°C	67%	ON
Hari Pertama	12.30	32°C	56%	ON
	13.00	32°C	45%	ON
	13.30	33°C	44%	ON
	14.00	34°C	42%	ON
Hari Kedua	09.00	29°C	46%	OFF
	09.30	29°C	46%	OFF
	10.00	31°C	43%	ON
	10.30	33°C	42%	ON
	11.00	32°C	41%	ON
	11.30	32°C	42%	ON
	12.00	31°C	42%	ON
	12.30	30°C	40%	OFF
	13.00	33°C	40%	ON
	13.30	33°C	41%	ON
	14.00	31°C	40%	ON

Hari Ketiga	09.00	29°C	58%	OFF
	09.30	28°C	57%	OFF
	10.00	28°C	58%	OFF
	10.30	28 °C	60%	OFF
	11.00	30 °C	59%	OFF
	11.30	31°C	46%	ON
	12.00	33°C	46%	ON
	12.30	33°C	43%	ON
	13.00	33°C	41%	ON
	13.30	32°C	42%	ON
	14.00	31°C	42%	ON

Dari data pada tabel di atas, pengujian dilakukan selama tiga hari dengan rentang waktu pengujian setiap 30 (tiga puluh) menit selama 5 (lima) jam, dimulai dari pukul 09.00 WIB hingga 14.00 WIB. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kipas menyala sebanyak 18 kali dan mati sebanyak 13 kali.

Hasil Perhitungan Sebelum Pengujian

Setelah mengukur suhu dan kelembaban di dalam *basement* Masjid Al Barkah menggunakan sensor DHT11, serta menganalisis data yang dikumpulkan oleh NodeMCU ESP32, hasil perhitungan akhir sebagaimana tertera pada rumus perhitungan berikut:

$$\text{kWh} = \text{Daya (dalam kW)} \times \text{Waktu (dalam jam)}$$

kWh = kilowatt / *hour*

Daya = Kebutuhan energi yang dibutuhkan oleh fan
Waktu = Rentang waktu yang dibutuhkan untuk sampel.

Sebagai bagian dari analisis terkait kondisi lingkungan *basement* Masjid Al Barkah, spesifikasi perangkat serta data yang digunakan selama proses pengambilan sampel telah dicantumkan. Berikut spesifikasi dan data yang digunakan selama pengambilan sampel, dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Detail Spesifikasi Sampel

Detail Spesifikasi Sampel	Waktu
Daya per kipas	260W = 0,26 kW
Jumlah kipas	8 kipas
Waktu operasi	5 jam

Dalam perhitungan energi yang digunakan oleh satu kipas selama lima jam dalam satu hari, diketahui bahwa energi yang digunakan adalah sebesar 1,3 kWh (0,26 kWh per jam dikalikan 5 jam). Jika ada delapan kipas yang beroperasi selama lima jam dalam satu hari, total energi yang digunakan mencapai 10,4 kWh (1,3 kWh dikalikan 8 kipas). Selanjutnya, jika delapan kipas tersebut beroperasi selama lima jam setiap hari selama tiga hari, total energi yang dikonsumsi dalam periode tersebut adalah 10,4 kWh per hari dikalikan tiga hari. Perhitungan total energi selama 72 jam (total jam operasi selama tiga hari penuh) menunjukkan bahwa total energi yang digunakan untuk mengoperasikan delapan kipas selama tiga hari penuh adalah sebesar 149,76 kWh. Dengan demikian, energi yang dibutuhkan untuk mengoperasikan delapan kipas selama tiga hari adalah 149,76 kWh.

Hasil Perhitungan Sesudah Pengujian

Berdasarkan tabel hasil pengujian alat, total durasi operasi kipas selama tiga hari berturut-turut dihitung dari data pengujian yang dilakukan. Setiap sesi operasi kipas memiliki durasi tertentu, dan dengan menjumlahkan semua sesi, dapat ditentukan total waktu akumulatif kipas menyala dalam periode tiga hari.

Analisis Waktu Kipas Menyala

Berikut ini adalah perhitungan total waktu kipas menyala berdasarkan hasil pengujian selama tiga hari, yang dijelaskan dalam tabel.

Tabel 4. Analisis Waktu Kipas Menyala

Hari	Rentang Waktu	Total Waktu
Hari pertama	Kipas menyala dari 12:00 hingga 14:00	2 Jam
Hari Kedua	Kipas menyala dari 10:00 hingga 14:00	3 Jam
Hari Ketiga	Kipas menyala dari 11:30 hingga 14:00	2,5 Jam
Total Waktu Kipas Menyala Selama 3 Hari		2 Jam + 3 Jam + 2,5 Jam = 7,5 Jam

Perhitungan Total Energi

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diketahui bahwa konsumsi energi satu kipas per jam adalah 0,26 kWh. Jika delapan kipas dioperasikan selama 7,5 jam, maka energi yang dibutuhkan oleh satu kipas selama durasi tersebut adalah 1,95 kWh (0,26 kWh dikalikan 7,5 jam). Dengan demikian, total energi yang diperlukan untuk mengoperasikan delapan kipas selama tiga hari pengujian adalah 15,6 kWh.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam sistem monitoring suhu dan kelembapan memberikan efisiensi yang signifikan dalam pengendalian energi dan peningkatan kinerja perangkat. Sebelum penerapan sistem IoT, konsumsi energi untuk delapan kipas selama tiga hari penuh mencapai 149,76 kWh. Setelah sistem diterapkan, konsumsi energi berkurang menjadi 15,6 kWh dengan efisiensi energi sekitar 89,6%. Hal ini sejalan dengan penelitian Satria *et al.* (2017), yang menunjukkan bahwa penggunaan IoT dalam sistem monitoring dapat memberikan solusi efisien untuk masalah operasional berbasis real-time. Sistem yang dirancang dalam penelitian ini mengintegrasikan sensor *DHT11* dan *NodeMCU ESP32*, yang diproses untuk memantau suhu dan kelembapan lingkungan basement secara otomatis. Mekanisme kerja sistem ini memastikan kipas menyala hanya pada kondisi kritis, seperti suhu di atas 31°C dan kelembapan di bawah 35%, dan akan mati ketika kondisi lingkungan kembali normal. Penurunan durasi kipas menyala tidak hanya mengurangi konsumsi energi, tetapi juga memperpanjang umur perangkat keras, sebagaimana diungkapkan oleh Wali dan Ahmad (2017) terkait efisiensi penggunaan perangkat berbasis

pemrograman. Selain efisiensi energi, sistem ini memberikan manfaat berupa kemudahan akses data monitoring melalui aplikasi berbasis *smartphone* dan tampilan real-time pada layar *LCD*. Penggunaan *Arduino IDE* dalam pemrograman alat juga mendukung fleksibilitas pengembangan sistem untuk aplikasi serupa di masa depan (Iyigun *et al.*, 2019). Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya menjadi solusi hemat energi tetapi juga meningkatkan aksesibilitas pengguna terhadap informasi lingkungan.

Adapun dalam penerapan teknologi IoT, penelitian ini memberikan kontribusi dalam mengoptimalkan sistem monitoring yang mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan tertentu. Hal ini relevan dengan penelitian Munawir dan Ardiansyah (2017), yang menekankan pentingnya pengambilan keputusan berbasis data dalam sistem otomatis. Dengan pengurangan energi yang signifikan dan kontrol otomatis, sistem ini cocok diaplikasikan pada berbagai kondisi lingkungan, terutama pada area yang membutuhkan kontrol suhu dan kelembapan yang stabil. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan IoT pada sistem monitoring lingkungan mampu meningkatkan efisiensi energi, memberikan akses data yang lebih baik, dan meminimalkan dampak lingkungan. Konsep ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut di berbagai sektor yang membutuhkan solusi berbasis teknologi cerdas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam sistem monitoring suhu dan kelembapan pada lahan bawah tanah (*basement*) telah berhasil dirancang dan diuji dengan baik. Sistem ini menggunakan *NodeMCU ESP32* sebagai pusat pengendali dan sensor *DHT11* untuk mendeteksi suhu serta kelembapan. Data hasil pengukuran ditampilkan secara real-time pada layar *LCD* dan dapat dipantau melalui sistem berbasis situs web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kipas akan menyala (ON) secara otomatis ketika suhu melebihi 31°C dan kelembapan turun di bawah 35%. Sebaliknya, kipas akan mati (OFF) secara otomatis ketika suhu kurang dari 31°C dan kelembapan lebih dari 35%. Sistem ini berhasil mengoptimalkan

penggunaan kipas berdasarkan kondisi lingkungan aktual. Selama pengujian yang dilakukan selama tiga hari dengan durasi lima jam per hari, konsumsi energi sebelum penerapan alat tercatat sebesar 149,76 kWh. Setelah alat diterapkan, konsumsi energi turun menjadi 15,6 kWh. Dengan demikian, terdapat penghematan energi sebesar 134,16 kWh. Hal ini membuktikan bahwa penerapan IoT dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada kipas di *basement*. Kesimpulan ini mendukung efektivitas teknologi IoT dalam mengelola sumber daya energi secara cerdas dan ekonomis.

5. Daftar Pustaka

- Blankertz, B., Vidaurre, C., Sannelli, C., Kübler, A., Halder, S., & Hammer, E. M. (2019). Brain-Computer Interface-Motor Imagery Data.
- Davie, B. S., & Peterson, L. L. (2019). *Computer networks*. Morgan kaufmann.
- ETSI, T. (1997). Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation Guidelines for DVB Terrestrial Services; Transmission Aspects. *Digital Video Broadcasting (DVB)*.
- Figgatt, C., Ostrander, A., Linke, N. M., Landsman, K. A., Zhu, D., Maslov, D., & Monroe, C. (2019). Parallel entangling operations on a universal ion-trap quantum computer. *Nature*, 572(7769), 368-372.
- Iyigun, M., Bak, Y., Wilson, E. N., Stark, K. V., Zhang, S., Stemen, P. L., ... & Jain, N. (2019). *U.S. Patent No. 10,268,487*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Mayer, R. E. (2019). Computer games in education. *Annual review of psychology*, 70(1), 531-549.
- Munawir, M., & Ardiansyah, A. (2017). Decision Support System Pemilihan Karyawan Berprestasi Dengan Pendekatan Analisa Gap Profile matching Di Kantor Perwakilan Bank Indonesia Provinsi Aceh. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 1(1), 7-14. DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v1i1.28>.
- Sanger, J., Wilson, J., Davies, B., & Whittaker, R. (2019). *Young children, videos and computer games: Issues for teachers and parents*. Routledge.
- Satria, D., Yana, S., Munadi, R., & Syahreza, S. (2017). Sistem peringatan dini banjir secara real-time berbasis web menggunakan arduino dan ethernet. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 1(1), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v1i1.27>.
- Sloman, A. (2019). *The computer revolution in philosophy: Philosophy, science and models of mind*. Author.
- Wali, M., & Ahmad, L. (2017). Perancangan Aplikasi Source code library Sebagai Solusi Pembelajaran Pengembangan Perangkat Lunak. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 1(1), 39-47. DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v1i1.32>.