



MONITORING SUHU KELEMBABAN DAN KUALITAS UDARA PADA RUANG TIDUR

Ilma Noor Dinanti ¹, Agus Triyono ², Irwansyah ³

^{1, 2} Teknologi Informasi, Teknologi Rekayasa komputer, Politeknik Negeri Samarinda,
Jl. DR. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia
Email : ilmanoordinanti@gmail.com, triyono@polnes.ac.id, irwansyah@polnes.ac.id

Abstract

This research designs and implements an IoT-based system for monitoring temperature, humidity, and air quality to improve user health and productivity. The system employs an MQ-135 sensor to detect smoke, a PM2.5 sensor to monitor dust, a DHT11 sensor to measure room temperature and humidity, and an MQ-9 sensor to detect carbon monoxide gas. Sensor data is collected and processed by the NodeMCU ESP32 and displayed in real-time through a mobile application for remote monitoring. The results demonstrate that this system effectively monitors bedroom conditions and provides early warnings, enabling prompt corrective actions. Additionally, the system can automatically control a fan and humidifier based on sensor data. With the mobile application, users can remotely monitor their room, receive notifications, and enjoy a safer and more comfortable sleeping environment.

Keywords: Air Quality, IoT, Sensors, NodeMCU ESP32, Mobile Application, Real-Time Monitoring.

Abstrak

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu, kelembaban, dan kualitas udara berbasis IoT untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas pengguna. Sistem ini menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi asap, sensor PM2.5 untuk memantau debu, dan sensor DHT11 untuk memonitoring suhu dan kelembaban pada ruangan, dan MQ9 untuk mendeteksi gas monoksida dan. Data dari sensor dikumpulkan dan diproses oleh NodeMCU ESP32 dan ditampilkan real-time melalui Aplikasi Mobile untuk pemantauan jarak jauh. Hasilnya menunjukkan sistem ini efektif memantau kondisi ruang tidur dan memberikan peringatan dini, memungkinkan tindakan korektif segera. Hasilnya, sistem ini dapat memantau kondisi ruangan secara real-time, dan juga dapat mengontrol fan dan humidifier otomatis berdasarkan data sensor. Dengan menggunakan aplikasi mobile, pengguna bisa memantau ruangan dari jarak jauh, mendapatkan notifikasi, dan menikmati ruang tidur yang lebih nyaman dan aman.

Kata kunci: Kualitas udara, IoT, Sensor, NodeMCU ESP32, Aplikasi Mobile, Pemantauan real-time.

Article History

Received: Agustus 2025

Reviewed: Agustus 2025

Published: Agustus 2025

Plagiarism Checker No
235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



PENDAHULUAN

Kenyamanan dan kesehatan ruang tidur sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama suhu, kelembaban, dan kualitas udara. Suhu ruangan yang tidak ideal dapat menyebabkan gangguan tidur, menurunkan konsentrasi, bahkan memengaruhi kesehatan fisik dan mental. Suhu yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan dehidrasi dan kelelahan, sedangkan suhu terlalu rendah dapat mengganggu sirkulasi darah [1]. Kelembaban yang tidak seimbang juga dapat memicu masalah kulit, gangguan pernapasan, dan menurunkan kualitas istirahat. Organisasi Kesehatan Dunia merekomendasikan suhu ruang tidur sekitar 18°C untuk kenyamanan optimal, sementara tingkat kelembaban ideal berada pada kisaran 40-60% [2].

Selain suhu dan kelembaban, polusi udara dalam ruangan menjadi faktor penting yang mempengaruhi kesehatan penghuni. Polutan seperti debu halus (PM2.5), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), dan gas berbahaya lainnya dapat meningkatkan risiko gangguan pernapasan dan penyakit kronis [3]. Penelitian menunjukkan adanya hubungan antara udara yang kotor dan gangguan tidur, sehingga pemantauan kualitas udara dalam ruang tidur menjadi kebutuhan yang tidak bisa diabaikan [4].

Kemajuan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pengembangan sistem pemantauan lingkungan secara real-time dengan integrasi sensor dan aplikasi mobile. Berbagai penelitian sebelumnya telah mengimplementasikan sistem serupa, seperti monitoring kualitas udara berbasis MQ-135 dan MQ-9, atau sistem pengendalian kelembaban menggunakan sensor DHT series [5]. Namun, sebagian besar masih berfokus pada parameter terbatas dan belum mengintegrasikan pengendalian otomatis untuk menjaga kondisi ideal.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu, kelembaban, dan kualitas udara pada ruang tidur berbasis IoT. Sistem ini menggunakan kombinasi sensor DHT11, MQ-135, MQ-9, dan sensor debu PM2.5 yang terhubung ke NodeMCU ESP32. Data yang dikumpulkan ditampilkan secara real-time melalui aplikasi mobile, serta dilengkapi pengendalian otomatis kipas dan humidifier untuk menjaga kenyamanan dan kesehatan pengguna.

TINJAUAN PUSTAKA

Udara dan Kualitas Udara

Udara adalah campuran gas yang menyusun atmosfer bumi, terdiri dari nitrogen, oksigen, karbon dioksida, argon, dan gas lainnya dalam jumlah kecil. Kualitas udara menunjukkan tingkat kebersihan udara dari polutan seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida



(CO₂), amonia, asap, dan partikel debu halus (PM_{2.5}). Paparan polutan tersebut dapat memicu gangguan pernapasan, iritasi mata, dan menurunkan kualitas tidur [3].

Suhu Udara

Suhu udara berpengaruh terhadap kenyamanan termal dan metabolisme tubuh manusia. Suhu ruang tidur yang terlalu tinggi dapat mengganggu kualitas tidur dan menyebabkan dehidrasi, sedangkan suhu terlalu rendah dapat menurunkan sirkulasi darah [1].

Kelembaban Udara

Kelembaban adalah jumlah uap air yang terkandung di udara. Kelembaban relatif ideal untuk kenyamanan berkisar antara 40-60% [2]. Kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan kulit kering, sedangkan kelembaban yang terlalu tinggi dapat memicu pertumbuhan jamur dan tungau.

Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler dual-core hemat daya dengan dukungan Wi-Fi dan Bluetooth yang sangat cocok untuk sistem IoT. Dengan kapasitas RAM 520 KB dan banyak GPIO, ESP32 mampu mengelola banyak sensor dan aktuator secara bersamaan dalam satu sistem.

Internet Of Things (IOT)

IoT adalah konsep di mana perangkat fisik dapat terhubung dan bertukar data secara otomatis melalui jaringan internet. Teknologi ini memungkinkan pemantauan lingkungan secara real-time dan pengendalian otomatis perangkat berdasarkan data sensor [6].

Sensor DHT11

Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Keunggulannya adalah konsumsi daya rendah dan kompatibilitas tinggi dengan mikrokontroler, meskipun akurasinya sedang [5].

Sensor MQ-135

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi gas berbahaya seperti amonia, nitrogen oksida (NO_x), benzena, karbon dioksida (CO₂), dan asap. MQ-135 memiliki sensitivitas tinggi terhadap polutan udara dalam ruangan [7].

Sensor MQ-9

MQ-9 didesain untuk mendeteksi karbon monoksida (CO) dan gas mudah terbakar. Sensor ini bekerja dengan prinsip perubahan resistansi material semikonduktor saat terpapar gas tertentu [7].

Sensor PM2.5

Sensor PM_{2.5} digunakan untuk mengukur konsentrasi partikel debu halus berukuran $\leq 2,5$ mikrometer yang dapat masuk ke paru-paru dan membahayakan kesehatan pernapasan [3].



Kipas (fan) dan Humidifier

Kipas berfungsi mengatur sirkulasi udara, sedangkan humidifier menambah kelembaban udara. Keduanya dapat diotomatisasi untuk mempertahankan kondisi lingkungan ideal [4].

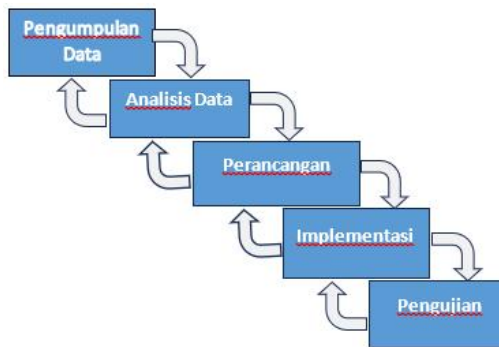
Data Logger

Data logger adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk merekam data sensor secara berkala. Pada sistem IoT, mikrokontroler seperti ESP32 dapat berfungsi sebagai data logger dengan menyimpan data sementara sebelum dikirim ke server atau cloud untuk dianalisis [8].

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen langsung dan observasi untuk merancang serta mengembangkan sistem monitoring suhu, kelembaban, dan kualitas udara pada ruang tidur berbasis Internet of Things (IoT). Proses penelitian diawali dengan analisis kebutuhan sistem, meliputi pemilihan komponen utama seperti NodeMCU ESP32, sensor DHT11, MQ-135, MQ-9, PM2.5, modul relay, kipas DC, dan humidifier, serta penentuan platform Firebase sebagai media monitoring *real-time*. Tahap perancangan mencakup pembuatan diagram blok, skematik rangkaian, dan desain mekanik menggunakan perangkat lunak bantu seperti Fritzing, yang kemudian dilanjutkan dengan perakitan perangkat keras sesuai desain. Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE untuk mengatur pembacaan data sensor, mengendalikan kipas dan humidifier secara otomatis, serta mengirimkan data ke Firebase agar dapat diakses melalui aplikasi mobile berbasis Kodular. Pengujian sistem dilakukan secara menyeluruh, mencakup uji akurasi sensor terhadap alat pembanding, uji fungsi aktuator, dan uji kestabilan pengiriman data *real-time*. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai kinerja sistem, sedangkan validasi akhir memastikan sistem dapat dioperasikan secara andal dalam kondisi penggunaan sebenarnya.



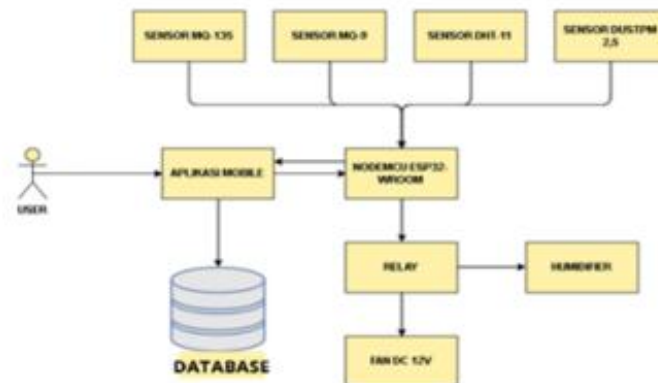
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Metode Penelitian

Tahap perancangan sistem mencakup pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak untuk monitoring suhu, kelembaban, dan kualitas udara pada ruang tidur berbasis IoT. Perangkat keras terdiri dari NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama, sensor DHT11, MQ-135, MQ-9, PM2.5, fan DC 12V, humidifier, dan relay yang dirakit sesuai skema menggunakan Fritzing dan desain 3D dari TinkerCAD. Perangkat lunak dikembangkan melalui Arduino IDE untuk pembacaan sensor, pengendalian aktuator, dan pengiriman data ke Firebase, sementara aplikasi mobile dibuat di Kodular untuk menampilkan data *real-time*. Implementasi meliputi perakitan dan pengujian tiap komponen, pemasangan di ruang tidur pada posisi strategis, serta integrasi dengan Firebase. Pengujian dilakukan untuk memverifikasi akurasi sensor, fungsi fan DC dan humidifier, serta memastikan sistem bekerja sesuai rancangan, dengan hasil data diolah menggunakan Microsoft Excel untuk analisis lebih lanjut.

1. Desain Sistem

Desain sistem pada penelitian ini digambarkan melalui diagram blok yang menunjukkan alur kerja mulai dari input data sensor, pemrosesan oleh mikrokontroler, hingga output berupa tampilan, penyimpanan, dan pengiriman data ke aplikasi mobile. Sistem terdiri dari NodeMCU ESP32-WROOM sebagai pengendali utama, sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban, sensor MQ-135 untuk mendeteksi berbagai gas seperti amonia, bensol, alkohol, CO₂, dan asap, sensor MQ-9 untuk mendeteksi gas CO, sensor PM2.5 untuk mengukur partikel debu halus, serta modul relay untuk mengendalikan arus listrik pada aktuator.



Gambar 2. Desain Sistem

2. Diagram Alir

Berikut Diagram alir dari Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Kadar Udara Pada Ruangan Berbasis IoT.

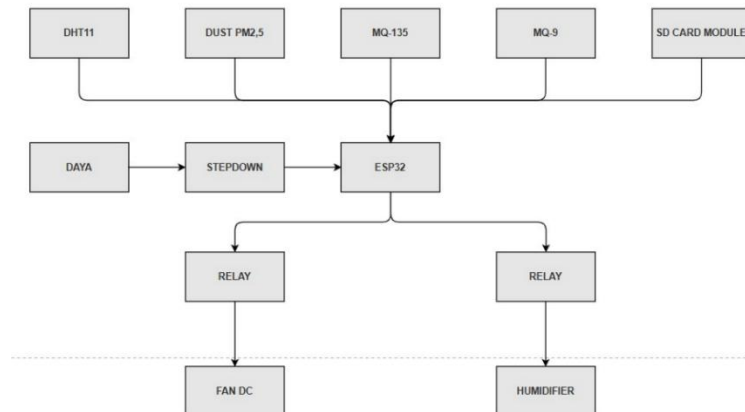


Gambar 3. Diagram Alir

3. Blok Diagram

Blok diagram ini menunjukkan ESP32 sebagai pengendali yang menerima data dari sensor DHT11, PM2.5, MQ-135, dan MQ-9, lalu memprosesnya untuk mengontrol kipas

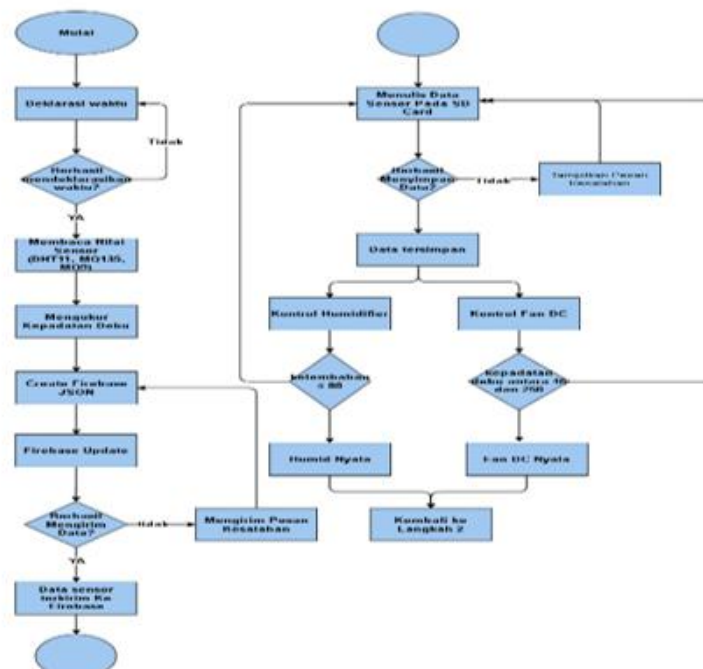
DC atau humidifier melalui relay, serta menyimpan data ke SD Card jika diperlukan, sehingga sistem dapat otomatis menjaga kualitas udara ruangan.



Gambar 4. Diagram Blok

4. Flowchart

Berikut dibawah Adalah Flowchart dari MONITORING SUHU KELEMBABAN DAN KUALITAS UDARA PADA RUANG TIDUR.

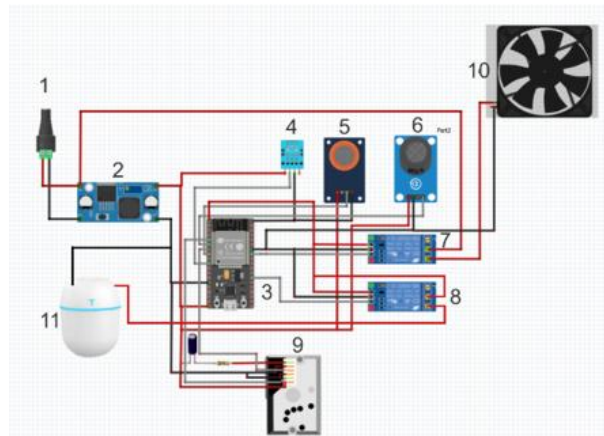


Gambar 5. Flowchart

5. Skema Rangkaian

Skema rangkaian ini menunjukkan sumber daya listrik yang diatur oleh step-down converter untuk menyuplai ESP32 sebagai pusat pemrosesan. ESP32 menerima data dari sensor DHT11 untuk suhu dan kelembaban, PM2.5 untuk kepadatan debu, dan MQ-9 untuk gas CO, lalu mengontrol dua modul relay yang masing-masing mengaktifkan kipas

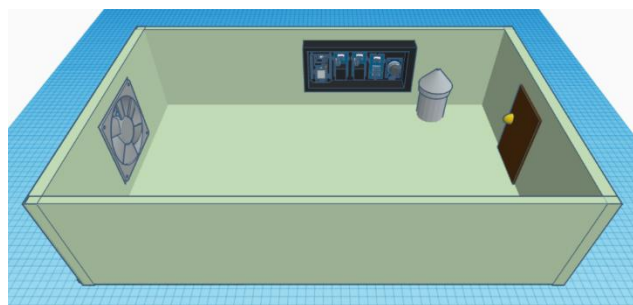
DC untuk membuang udara kotor dan humidifier untuk menjaga kelembaban udara sesuai kondisi yang terdeteksi.



Gambar 6. Skema Rangkaian

6. Desain 3D

Desain 3D alat terdiri dari ESP32 DevKit V1 sebagai pemroses data, Stepdown LM9526 sebagai penurun tegangan, sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas berbahaya, sensor PM2.5 untuk partikel debu halus, dan sensor DHT11 untuk suhu serta kelembaban. Relay digunakan untuk mengendalikan kipas dan humidifier secara otomatis, sedangkan monitoring ditampilkan melalui platform IoT ThingsBoard.



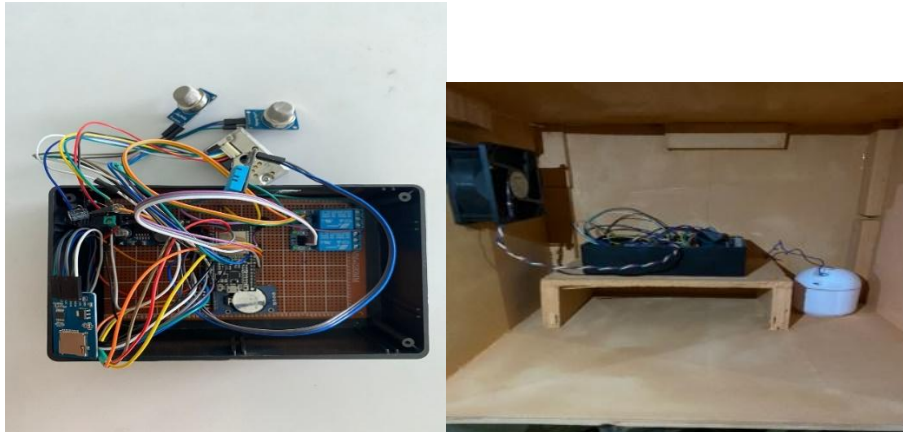
Gambar 7. Desain 3D

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Hardware

Perangkat keras sistem monitoring suhu, kelembaban, dan kualitas udara berhasil dirakit dan diuji sesuai rancangan. Sistem menggunakan sensor DHT11, PM2.5, MQ-135, dan MQ-9 yang terintegrasi dengan NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama dan penghubung ke WiFi untuk mengirim data ke Firebase. Hasil pemantauan ditampilkan *real-time* melalui aplikasi mobile Kodular. Komponen dirakit pada papan rangkaian dan dilindungi casing, dengan daya diatur step-down

converter. Setelah kalibrasi, sensor memberikan pembacaan akurat dan stabil, sementara kipas DC dan humidifier dikendalikan otomatis sesuai kondisi lingkungan.

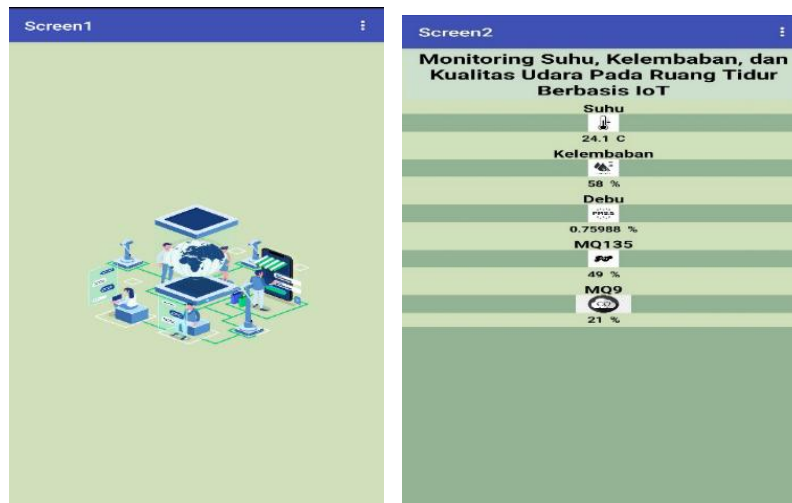


Gambar 8. Hasil Akhir Hardware

Hasil Pembuatan Software

Pengembangan perangkat lunak sistem monitoring suhu, kelembaban, dan kualitas udara dilakukan melalui beberapa tahap. Penulisan kode dilakukan di Arduino IDE untuk mengatur pembacaan data dari sensor DHT11, PM2.5, MQ-135, dan MQ-9, mengendalikan kipas DC serta humidifier melalui relay, dan mengirimkan data ke Firebase. Proses pemrograman dirancang agar efisien dan aman, memastikan seluruh fungsi berjalan optimal. Setelah kode selesai, dilakukan uji coba dan debugging untuk memastikan setiap fitur bekerja sesuai rencana dan siap digunakan pada kondisi nyata.

Aplikasi mobile berbasis Kodular dirancang untuk menampilkan data suhu, kelembaban, dan kualitas udara secara *real-time*. Tampilan awal (*splash screen*) berfungsi sebagai pengantar visual saat aplikasi memuat data dan melakukan inisialisasi sistem. Setelah itu, halaman utama menampilkan informasi parameter lingkungan yang terus diperbarui, sehingga pengguna dapat memantau kondisi udara secara akurat dan langsung dari perangkat mereka.



Gambar 9. Tampilan Aplikasi

Hasil Pengujian Suhu dan Kelembaban

Pengujian ini peneliti meneliti kondisi suhu dan kelembaban pada pagi, siang dan malam. Pengujian ini tercatat dalam tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1 Pengujian Suhu dan Kelembaban Pada Waktu Pagi

Tanggal dan Waktu	Temperature	Humidity
29/10/2024 10:03	36.90	63.00
29/10/2024 10:08	36.90	61.00
29/10/2024 10:13	36.90	60.00
29/10/2024 10:18	36.90	59.00
29/10/2024 10:23	36.90	60.00
29/10/2024 10:28	36.90	59.00
29/10/2024 10:34	36.90	59.00
29/10/2024 10:39	36.90	59.00
29/10/2024 10:44	36.90	59.00
29/10/2024 10:49	36.90	59.00
29/10/2024 10:54	36.90	59.00
29/10/2024 10:59	36.90	59.00

Berdasarkan hasil pengujian, pada pagi hari (29 Oktober 2024, 10:03-10:59) suhu stabil di 36,90°C dengan kelembapan menurun dari 63% ke 59%, menunjukkan kondisi cukup kering sehingga humidifier aktif hingga kelembapan kembali normal.



Tabel 2 Pengujian Suhu dan Kelembaban Pada Waktu Siang

Tanggal dan Waktu	Temperature	Humidity
29/10/2024.12:00	36.30	61.00
29/10/2024.12:05	35.60	62.00
29/10/2024.12:11	35.20	64.00
29/10/2024.12:16	35.20	64.00
29/10/2024.12:21	35.20	64.00
29/10/2024.12:26	34.70	65.00
29/10/2024.12:31	35.20	65.00
29/10/2024.12:36	35.20	65.00
29/10/2024.12:41	35.20	64.00
29/10/2024.12:46	35.20	65.00
29/10/2024.12:51	34.70	66.00
29/10/2024.12:56	34.70	66.00

Pada siang hari (29 Oktober 2024, 12:00-12:56) suhu menurun dari 36,30°C ke 34,70°C disertai peningkatan kelembaban dari 61% ke 66%, menandakan pendinginan alami dan kelembaban yang membantu menjaga kesejukan.

Tabel 3 Pengujian Suhu dan Kelembaban Pada Waktu malam

Tanggal dan Waktu	Temperature	Humidity
28/10/2024.19:02	32.80	74.00
28/10/2024.19:07	32.80	73.00
28/10/2024.19:13	32.80	73.00
28/10/2024.19:18	32.80	74.00
28/10/2024.19:23	32.80	74.00
28/10/2024.19:28	32.80	74.00
28/10/2024.19:33	32.80	74.00
28/10/2024.19:38	32.80	74.00
28/10/2024.19:43	32.80	74.00
28/10/2024.19:48	32.30	74.00
28/10/2024.19:53	32.30	74.00
28/10/2024.19:59	32.30	74.00

Sementara itu, pada malam hari (28 Oktober 2024, 19:02-19:59) suhu berada di kisaran 32,80°C-32,30°C dengan kelembaban stabil 73%-74%, menunjukkan kestabilan kondisi dan pengendalian kelembaban yang efektif.



Hasil Pengujian Debu

Pengujian ini peneliti meneliti kondisi debu pada pagi, siang dan malam. Pengujian ini tercatat dalam tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4 Hasil Pengujian Debu Pada Waktu Pagi

Tanggal dan Waktu	Dust
29/10/2024 10:03	3.63
29/10/2024 10:08	3.54
29/10/2024 10:13	3.57
29/10/2024 10:18	3.59
29/10/2024 10:23	3.63
29/10/2024 10:28	3.56
29/10/2024 10:34	3.55
29/10/2024 10:39	3.50
29/10/2024 10:44	3.64
29/10/2024 10:49	3.62
29/10/2024 10:54	3.56
29/10/2024 10:59	3.47

Berdasarkan hasil pengujian, pada pagi hari (29 Oktober 2024, 10:03-10:59) kadar debu berada di kisaran 3,47-3,64 dengan fluktuasi kecil, menunjukkan kondisi cukup terkendali namun pada konsentrasi partikel yang relatif tinggi.

Tabel 5 Hasil Pengujian Debu Pada Waktu Siang

Tanggal dan Waktu	Dust
29/10/2024.12:00	3.62
29/10/2024.12:05	3.53
29/10/2024.12:11	3.65
29/10/2024.12:16	3.59
29/10/2024.12:21	3.58
29/10/2024.12:26	3.60
29/10/2024.12:31	3.56
29/10/2024.12:36	3.60
29/10/2024.12:41	3.55
29/10/2024.12:46	3.55
29/10/2024.12:51	3.47
29/10/2024.12:56	3.57



Pada siang hari (29 Oktober 2024, 12:00-12:56) kadar debu masih stabil di rentang 3,47-3,65, dengan sesekali kenaikan hingga 3,65 yang memicu fan DC untuk mengeluarkan udara kotor hingga kembali stabil.

Tabel 6 Hasil Pengujian Debu Pada Waktu Siang

Tanggal dan Waktu	Dust
28/10/2024.19:02	0.67
28/10/2024.19:07	0.66
28/10/2024.19:13	0.64
28/10/2024.19:18	0.75
28/10/2024.19:23	0.72
28/10/2024.19:28	0.74
28/10/2024.19:33	0.68
28/10/2024.19:38	0.71
28/10/2024.19:43	0.75
28/10/2024.19:48	0.77
28/10/2024.19:53	0.71
28/10/2024.19:59	0.69

Pada malam hari (28 Oktober 2024, 19:02-19:59) kadar debu turun signifikan ke kisaran 0,64-0,77, menunjukkan kualitas udara lebih bersih dan kondisi ventilasi yang lebih optimal dibanding pagi dan siang hari.

Hasil Pengujian Gas Karbon Dioksida

Pengujian ini peneliti meneliti kondisi gas karbon dioksida pada pagi, siang dan malam. Pengujian ini tercatat dalam tabel 7, 8, dan 9.

Tabel 7 Hasil Pengujian Gas Karbon Dioksida Pada Waktu Pagi

Tanggal dan Waktu	MQ135
29/10/2024 10:03	0
29/10/2024 10:08	0
29/10/2024 10:13	0
29/10/2024 10:18	0
29/10/2024 10:23	0
29/10/2024 10:28	0
29/10/2024 10:34	0
29/10/2024 10:39	0
29/10/2024 10:44	0
29/10/2024 10:49	0
29/10/2024 10:54	0



29/10/2024 10:59

0

Berdasarkan hasil pengujian, pada pagi hari (29 Oktober 2024, 10:03-10:59) kadar gas yang terdeteksi oleh sensor MQ-135 berada pada angka 0, menunjukkan tidak adanya gas berbahaya di udara.

Tabel 8 Hasil Pengujian Gas Karbon Dioksida Pada Waktu Siang

Tanggal dan Waktu	MQ135
29/10/2024.12:00	0
29/10/2024.12:05	0
29/10/2024.12:11	0
29/10/2024.12:16	0
29/10/2024.12:21	0
29/10/2024.12:26	0
29/10/2024.12:31	0
29/10/2024.12:36	0
29/10/2024.12:41	0
29/10/2024.12:46	0
29/10/2024.12:51	0
29/10/2024.12:56	0

Pada siang hari (29 Oktober 2024, 12:00-12:56) hasil serupa diperoleh dengan kadar gas tetap 0, menandakan lingkungan tetap aman dan bebas polutan.

Tabel 9 Hasil Pengujian Gas Karbon Dioksida Pada Waktu Malam

Tanggal dan Waktu	MQ135
28/10/2024.19:02	0
28/10/2024.19:07	0
28/10/2024.19:13	0
28/10/2024.19:18	0
28/10/2024.19:23	0
28/10/2024.19:28	0
28/10/2024.19:33	0
28/10/2024.19:38	0
28/10/2024.19:43	0
28/10/2024.19:48	0
28/10/2024.19:53	0
28/10/2024.19:59	0

Pada malam hari (28 Oktober 2024, 19:02-19:59) nilai kadar gas juga konsisten di angka 0, mengindikasikan udara bersih tanpa kontaminasi gas beracun. Secara keseluruhan, kadar gas yang terdeteksi sebesar 0 pada semua waktu pengujian membuktikan kualitas udara berada pada tingkat sangat baik.

Hasil Pengujian Gas Monoksida

Pengujian ini peneliti meneliti kondisi gas karbon dioksida pada pagi, siang dan malam. Pengujian ini tercatat dalam tabel 10, 11, dan 12.

Tabel 10 Hasil Pengujian Sensor MQ-9 Pada Waktu Pagi

Tanggal dan Waktu	MQ9
29/10/2024 10:03	80
29/10/2024 10:08	78
29/10/2024 10:13	58
29/10/2024 10:18	65
29/10/2024 10:23	48
29/10/2024 10:28	54
29/10/2024 10:34	47
29/10/2024 10:39	48
29/10/2024 10:44	59
29/10/2024 10:49	64
29/10/2024 10:54	67
29/10/2024 10:59	74

Berdasarkan hasil pengujian, pada pagi hari (29 Oktober 2024, 10:03-10:59) kadar gas yang terdeteksi oleh sensor MQ-9 berfluktuasi antara 47 hingga 80, dengan nilai tertinggi di awal pengujian dan penurunan bertahap hingga titik terendah.

Tabel 11 Hasil Pengujian Sensor MQ-9 Pada Waktu Siang

Tanggal dan Waktu	MQ9
29/10/2024.12:00	96
29/10/2024.12:05	95
29/10/2024.12:11	107
29/10/2024.12:16	109
29/10/2024.12:21	84
29/10/2024.12:26	99
29/10/2024.12:31	93
29/10/2024.12:36	91
29/10/2024.12:41	80
29/10/2024.12:46	77



29/10/2024.12:51	64
29/10/2024.12:56	75

Pada siang hari (29 Oktober 2024, 12:00-12:56) kadar gas meningkat signifikan ke rentang 64 hingga 109, dengan puncak pada pukul 12:16, kemungkinan akibat aktivitas atau akumulasi emisi gas.

Tabel 12 Hasil Pengujian Sensor MQ-9 Pada Waktu Malam

Tanggal dan Waktu	MQ9
28/10/2024.19:02	54
28/10/2024.19:07	57
28/10/2024.19:13	48
28/10/2024.19:18	49
28/10/2024.19:23	43
28/10/2024.19:28	52
28/10/2024.19:33	48
28/10/2024.19:38	49
28/10/2024.19:43	51
28/10/2024.19:48	50
28/10/2024.19:53	48
28/10/2024.19:59	48

Pada malam hari (28 Oktober 2024, 19:02-19:59) kadar gas lebih rendah dan stabil di kisaran 43 hingga 57, menunjukkan minimnya aktivitas yang mempengaruhi peningkatan gas serta kualitas udara yang lebih baik dibandingkan pagi dan siang hari.

Analisa Hasil

Hasil pengujian menunjukkan sistem monitoring kualitas udara bekerja dengan baik, dengan seluruh parameter seperti suhu, kelembaban, PM2.5, MQ-135, dan MQ-9 berada dalam batas aman. Aplikasi mobile berbasis Firebase berfungsi optimal, mengirim dan menyimpan data sensor secara *real-time* sehingga dapat dipantau langsung oleh pengguna.

Tabel 13 Perbandingan Hasil Pengujian

Jarak Pengujian	ppm	Klasifikasi	Status
1 cm	405,3816		Aman
5 cm	6,805456		Aman
10 cm	3,253434		Aman
20 cm	2,576139		Aman

Tabel 14 Perbandingan Hasil Pengujian

Waktu Pengiriman	Nilai Sensor ppm	Waktu Data Diterima di Thingspeak
------------------	------------------	-----------------------------------



Data	Suhu	Kelembaban
10.00.00 WIB 3,768093	28 C	72%
11.00.00 WIB 8,117925	28 C	67%
12.00.00 WIB 3,01544	28 C	65%
13.00.00 WIB 3,504184	29 C	78%
14.00.00 WIB 2,374057	30 C	68%
15.00.00 WIB 1,67412	29 C	74%

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem monitoring suhu, kelembaban, dan kualitas udara pada ruang tidur bekerja dengan baik dalam mengukur parameter lingkungan secara *real-time* menggunakan sensor DHT11, MQ-135, MQ-9, dan PM2.5 yang terintegrasi dengan ESP32. Logika kontrol pada humidifier dan kipas DC berjalan efisien untuk menjaga kualitas udara, serta data dapat diakses jarak jauh melalui aplikasi mobile berbasis Firebase. Kelebihannya meliputi pemantauan multi-parameter secara otomatis dan *remote access*, sedangkan kekurangannya mencakup ketergantungan pada koneksi WiFi, kebutuhan kalibrasi berkala, dan biaya perangkat keras. Dibanding penelitian sebelumnya berbasis IoT yang menggunakan platform Thingsboard, sistem ini memiliki fungsi serupa namun dengan integrasi lebih sederhana, meski keduanya sama-sama memerlukan pemeliharaan sensor untuk akurasi. Pengembangan ke depan disarankan menggunakan sensor suhu dan kelembaban yang lebih akurat seperti DHT22 atau SHT31, menambahkan notifikasi otomatis melalui aplikasi, dan memasang peredam suara pada kipas DC untuk meningkatkan kenyamanan.

REFERENSI

- [1] Panasonic Corporation, "Kunci kehidupan yang nyaman: suhu dan kelembaban ruangan yang sempurna," <https://www.panasonic.com/>. Accessed: Oct. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.panasonic.com/global/hvac/nanoe/stories/comfortable-temperature-and-humidity.html>
- [2] PT. Kompas Cyber Media (Kompas Gramedia Digital Group), "Berapa Kelembaban yang Ideal untuk Kamar Tidur? ,," <https://www.kompas.com/>. Accessed: Oct. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/homey/read/2023/11/17/124140376/berapa-kelembaban-yang-ideal-untuk-kamar-tidur>
- [3] G. P. Humairoh and R. D. E. Putra, "Prototipe Pengendalian Kualitas Udara Indoor



- Menggunakan Mikrokontroler dengan Sensor MQ135, DHT-22 dan Filter HEPA,” *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2529-2536, 2021, doi: 10.32672/jse.v7i1.3708.
- [4] Hello Health Group Pte. Ltd., “Benarkah Udara Kotor Bisa Bikin Susah Tidur?,” <https://hellosehat.com/>. Accessed: Oct. 16, 2024. [Online]. Available: <https://hellosehat.com/pola-tidur/tips-tidur/udara-kotor-bikin-susah-tidur/>
- [5] G. C. Rumampuk, V. C. Poekoel, and A. M. Rumagit, “Internet of Things-Based Indoor Air Quality Monitoring System Design,” *J. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 11-18, 2021.
- [6] Aulia Rachmat, Fauzan Aulia Rahmat, and Lubis Imran, “PENGENDALIAN SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN MENGGUNAKAN FAN DAN DHT11 BERBASIS ARDUINO,” 2021, doi: DOI: <https://doi.org/10.24114/cess.v6i1.21113>.
- [7] A. D. Ramadhani, N. Ningsih, A. Nurcahya, and N. Azizah, “Klasifikasi dan Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan menggunakan Thingspeak,” *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 10, no. 1, pp. 1-5, 2023, doi: 10.21107/triac.v10i1.17501.
- [8] Kalibrasi.com, “Penjelasan Data Logger Shield dan Kelebihanya!,” <https://news.kalibrasi.com/>. Accessed: Oct. 17, 2024. [Online]. Available: <https://news.kalibrasi.com/data-logger-shield/>