

SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA PADA RUANGAN TERTUTUP BERBASIS IOT MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2 DAN DHT22 DENGAN NOTIFIKASI REAL-TIME MELALUI WEB

Bernardus Unggul Perwito Sejati, Joni Maulindar, Arif Setiawan

Teknik Informatika, Universitas Duta Bangsa

Jl. Bhayangkara No.55, Tipes, Serengan, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57154

Bernardunggul00@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas udara pada ruangan tertutup perlu diperhatikan karena berpengaruh terhadap kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas penghuni. Namun, pemantauan kualitas udara masih banyak dilakukan secara manual sehingga kurang efektif untuk mendeteksi perubahan kondisi lingkungan secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor MQ-2 dan DHT22 dengan tampilan monitoring *real-time* melalui *web*. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas dan asap, serta sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Data hasil pembacaan sensor dikirim melalui jaringan internet dan ditampilkan pada *dashboard web* dalam bentuk nilai parameter, grafik tren, status kualitas udara, dan indikator *Comfort Index*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca dan menampilkan data suhu, kelembapan, dan konsentrasi gas secara *real-time* dengan stabil. *Dashboard web* dapat diakses dengan baik untuk memantau kondisi lingkungan secara langsung sehingga membantu pengguna dalam mengetahui kualitas udara pada ruangan tertutup secara cepat dan efisien.

Kata kunci: kualitas udara, *Internet of Things*, ESP32, sensor MQ-2, sensor DHT22, *web monitoring*.

1. PENDAHULUAN

Kualitas udara di dalam ruangan ber-AC memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas penghuni. Sirkulasi udara yang terbatas pada ruangan tertutup dapat menyebabkan akumulasi polutan, peningkatan konsentrasi gas tertentu, serta perubahan suhu dan kelembapan yang kurang ideal. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, seperti iritasi saluran pernapasan, iritasi mata, serta menurunkan tingkat kenyamanan penghuni ruangan. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara secara berkelanjutan sangat diperlukan untuk memastikan kondisi lingkungan tetap berada pada batas yang aman dan nyaman.[1]

Permasalahan yang sering ditemui adalah proses pemantauan kualitas udara masih dilakukan secara manual atau menggunakan perangkat khusus yang relatif mahal. Kondisi ini menyebabkan pengguna tidak dapat memperoleh informasi kualitas udara secara *real-time* dan berkelanjutan. Selain itu, keterlambatan dalam mendeteksi penurunan kualitas udara dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan bagi penghuni ruangan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan secara otomatis, *real-time*, dan mudah diakses oleh pengguna.[2]

Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT). Teknologi ini memungkinkan perangkat sensor terhubung dengan jaringan internet sehingga data dapat dikirim, diproses, dan ditampilkan secara *real-time*. Pada penelitian ini digunakan sensor MQ-2

untuk mendeteksi keberadaan gas dan asap, serta sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirimkan ke platform *web* sehingga pengguna dapat memantau kondisi kualitas udara dari berbagai perangkat yang terhubung ke internet. Sistem juga dilengkapi dengan fitur notifikasi *real-time* ketika parameter kualitas udara melebihi batas yang telah ditentukan. [3]

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas udara pada ruangan tertutup berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor MQ-2 dan DHT22 dengan notifikasi *real-time* melalui *web*. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi solusi pemantauan kualitas udara yang sederhana, terjangkau, dan mudah digunakan untuk membantu pengguna dalam memantau kondisi lingkungan secara berkelanjutan.[4]

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem menggunakan ESP32, sensor MQ-2, dan DHT22, serta pengujian sistem melalui platform *web*. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan pemantauan kualitas udara secara *real-time* dan memberikan informasi kondisi lingkungan secara akurat kepada pengguna.[5]

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pemantauan kualitas udara di ruang tertutup, khususnya ruang ber-AC, telah menjadi perhatian

dalam berbagai penelitian terkait dengan kesehatan dan kenyamanan penghuni. Kualitas udara dalam ruang tertutup dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu, kelembaban, serta keberadaan polutan udara seperti gas berbahaya dan asap. Penelitian terkait pemantauan kualitas udara menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* semakin berkembang, dengan menggunakan berbagai jenis sensor untuk mendeteksi polutan dan parameter lingkungan yang mempengaruhi kualitas udara.

2.1. Penelitian Terdahulu

Pemantauan kualitas udara menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* telah menjadi topik penting dalam penelitian lingkungan, termasuk untuk ruang tertutup ber-AC.[4] Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara dengan menggunakan sensor berbasis *IoT*, yang menggabungkan pengukuran gas berbahaya, suhu, dan kelembaban. Beberapa penelitian ini berfokus pada penerapan sensor seperti MQ-2 dan DHT22, serta penggunaan platform *IoT* untuk pengumpulan dan visualisasi data.[5]

mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis *IoT* yang memanfaatkan sensor MQ-2 dan DHT22 untuk mendeteksi gas berbahaya dan mengukur suhu serta kelembaban. Sistem ini mampu memberikan informasi mengenai kualitas udara secara real-time, namun belum dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis kepada pengguna. Hal ini menunjukkan adanya ruang untuk pengembangan, khususnya pada bagian sistem notifikasi yang lebih interaktif.[6]

Melakukan penelitian mengenai sistem pemantauan kualitas udara yang menggunakan sensor MQ-2 dan DHT11, namun tidak mengintegrasikan sistem notifikasi berbasis ambang batas kualitas udara. Sistem ini menampilkan data melalui dashboard, tetapi tidak memberikan notifikasi instan jika parameter kualitas udara mencapai ambang batas yang membahayakan. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pentingnya fitur notifikasi otomatis dalam sistem pemantauan kualitas udara berbasis *IoT*.[7]

Menyelidiki penggunaan MQ-2 dan DHT22 untuk pemantauan kualitas udara di ruang terbuka. Meskipun sistem ini efektif dalam mendeteksi kondisi lingkungan, penelitian ini berfokus pada penggunaan sensor untuk ruang terbuka dan tidak mengintegrasikan platform *IoT* seperti Blynk untuk notifikasi real-time. Penelitian ini membuka potensi untuk mengembangkan sistem yang lebih kompleks dan terintegrasi dengan aplikasi *IoT* untuk pemantauan kualitas udara yang lebih efektif di ruang tertutup ber-AC.[8]

Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas di ruang tertutup. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan dengan menggunakan platform *IoT* dan menghubungkan sensor MQ-2 dengan mikrokontroler ESP32 untuk

mengirimkan data secara real-time. Meskipun demikian, sistem ini belum mengintegrasikan sensor suhu dan kelembaban, yang merupakan bagian penting dalam interpretasi data kualitas udara yang lebih akurat, terutama di ruang ber-AC.[9]

Mengembangkan aplikasi *IoT* yang menggunakan sensor untuk pemantauan kualitas udara di rumah pintar berbasis NodeMCU. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan platform *Blynk* untuk visualisasi dan notifikasi pada sistem pemantauan kualitas udara dapat memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memantau kondisi udara dan menerima pemberitahuan apabila ada parameter yang melampaui batas. Hal ini menginspirasi penggunaan *Blynk* dalam penelitian sistem pemantauan kualitas udara di ruang tertutup ber-AC[10]

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, terlihat bahwa meskipun banyak sistem pemantauan kualitas udara yang menggunakan sensor MQ-2 dan DHT22, terdapat beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki, khususnya dalam hal integrasi sistem notifikasi otomatis dan pemantauan kualitas udara secara real-time melalui platform aplikasi berbasis *IoT*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis *IoT* yang lebih terintegrasi dan dapat memberikan notifikasi real-time kepada pengguna jika kondisi udara di ruang ber-AC tidak aman.[11]

2.2. Teknologi IoT untuk Pemantauan Kualitas Udara

Penggunaan teknologi *IoT* dalam pemantauan kualitas udara memungkinkan pengumpulan dan pemrosesan data secara real-time. Salah satu aplikasi utama dari *IoT* dalam sistem pemantauan kualitas udara adalah penggunaan mikrokontroler yang terhubung ke sensor untuk mengukur parameter seperti gas berbahaya, suhu, dan kelembaban. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa sistem berbasis *IoT* yang dilengkapi dengan sensor dapat memberikan pemantauan yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode manual.[12]

2.3. Internet of Things

Internet of Things merupakan konsep yang memungkinkan perangkat fisik seperti sensor, mikrokontroler, dan modul komunikasi terhubung melalui jaringan internet. Dalam sistem berbasis *IoT*, sensor digunakan untuk membaca kondisi lingkungan, sedangkan mikrokontroler berfungsi memproses data dan mengirimkannya ke platform pemantauan atau media notifikasi. Konsep ini memungkinkan proses monitoring dilakukan secara otomatis dan *real-time* tanpa harus melakukan pengamatan langsung di lokasi[13]

2.4. Sensor untuk Pemantauan Kualitas Udara

Sensor MQ-2 dan DHT22 banyak digunakan dalam aplikasi pemantauan kualitas udara, baik untuk

deteksi gas berbahaya maupun untuk pengukuran suhu dan kelembaban. Sensor MQ-2 memiliki kemampuan untuk mendeteksi gas-gas mudah terbakar seperti LPG, karbon monoksida (CO), dan metana, yang sering ditemukan di ruang tertutup. Meskipun demikian, sensor MQ-2 bersifat non-selektif, sehingga pembacaannya dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu dan kelembaban, yang memerlukan kalibrasi dan interpretasi yang hati-hati di sisi lain, sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor ini memberikan pengukuran digital yang lebih akurat, yang membantu mengkompensasi kondisi lingkungan yang mempengaruhi pembacaan sensor gas, seperti yang dilakukan oleh MQ-2. Dalam beberapa penelitian, penggunaan kombinasi MQ-2 dan DHT22 dalam satu sistem pemantauan kualitas udara terbukti meningkatkan akurasi dan keandalan sistem secara keseluruhan[11]

2.5. Web dalam Sistem Pemantauan Kualitas Udara

Berbeda dengan aplikasi seperti Blynk, yang sering digunakan dalam sistem berbasis *IoT* untuk pemantauan kualitas udara, pendekatan berbasis web memberikan keuntungan dalam hal aksesibilitas yang lebih luas. Pengguna dapat mengakses platform berbasis web dari berbagai perangkat seperti laptop, komputer desktop, atau perangkat mobile untuk memantau kualitas udara secara real-time. Sistem ini memungkinkan data dari sensor MQ-2 dan DHT22 dikirimkan ke server web, di mana informasi dapat ditampilkan dalam bentuk grafik atau tabel yang mudah dipahami.[14]

2.6. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang banyak digunakan pada sistem berbasis *Internet of Things* karena telah dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth. Platform *web* menampilkan data kualitas udara secara *real-time*. [15] ESP32 mengumpulkan data dari sensor MQ-2 dan DHT22, lalu mengirimkannya melalui Wi-Fi ke server *web*. Data ditampilkan dalam grafik dan tabel, serta notifikasi dikirim saat parameter melewati ambang batas. Sistem ini memungkinkan pemantauan dari berbagai perangkat tanpa aplikasi tambahan dan mendukung pencatatan data jangka panjang.[16]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan notifikasi *real-time* melalui platform *web*. Tahapan penelitian disusun secara berurutan mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga evaluasi hasil pengujian. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi Kebutuhan

Tahap ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan sistem dari sisi perangkat keras dan perangkat lunak. Analisis kebutuhan mencakup komponen sensor, mikrokontroler, media penyimpanan data, platform *web* untuk visualisasi, serta media notifikasi sebagai dasar perancangan sistem. Spesifikasi sensor yang digunakan mencakup MQ-2 untuk mendeteksi gas berbahaya dan DHT22 untuk pengukuran suhu dan kelembaban. Mikrokontroler utama yang digunakan adalah ESP32, yang mendukung koneksi Wi-Fi untuk pengiriman data ke platform *web*.

b. Perancangan Sistem

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun arsitektur sistem, rangkaian perangkat keras, alur pemrosesan data, dan mekanisme komunikasi data antara sensor, ESP32, dan platform *web*. Pada tahap ini, logika pemantauan ditetapkan untuk menentukan status kualitas udara berdasarkan ambang batas konsentrasi gas, suhu, dan kelembaban. Status kualitas udara diklasifikasikan menjadi kategori Aman, Waspada, dan Bahaya.

c. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak sesuai rancangan. Program dikembangkan untuk membaca data dari sensor MQ-2 dan DHT22, memproses data untuk menentukan status kualitas udara, menampilkan indikator peringatan di dashboard *web*, serta mengirim data ke server *web* dan notifikasi instan kepada pengguna jika parameter melewati ambang batas.

d. Pengujian Sistem

Tahap pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan perubahan konsentrasi gas dan variasi suhu serta kelembaban di ruang tertutup ber-AC. Aspek yang diuji meliputi pembacaan sensor, kesesuaian status kategori kualitas udara, respons dashboard *web*, pengiriman data, dan notifikasi instan ke pengguna.

e. Evaluasi dan Penyempurnaan Sistem

Tahap evaluasi dilakukan dengan menganalisis hasil pengujian terhadap kondisi input yang diberikan. Evaluasi bertujuan memastikan bahwa sistem menghasilkan status Aman, Waspada, dan Bahaya sesuai logika yang dirancang. Jika terdapat ketidaksesuaian antara input dan output, dilakukan penyesuaian pada perangkat keras, pemrograman ESP32, atau ambang batas parameter kualitas udara untuk memastikan sistem bekerja secara optimal.

3.2. Kebutuhan Sistem

Kebutuhan sistem terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras mencakup ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor MQ-2 untuk gas, sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban, LED

sebagai indikator, dan power supply 5V DC. Perangkat lunak digunakan untuk pemrograman mikrokontroler, pengolahan dan penyimpanan data, serta tampilan monitoring dan notifikasi melalui platform *web*.

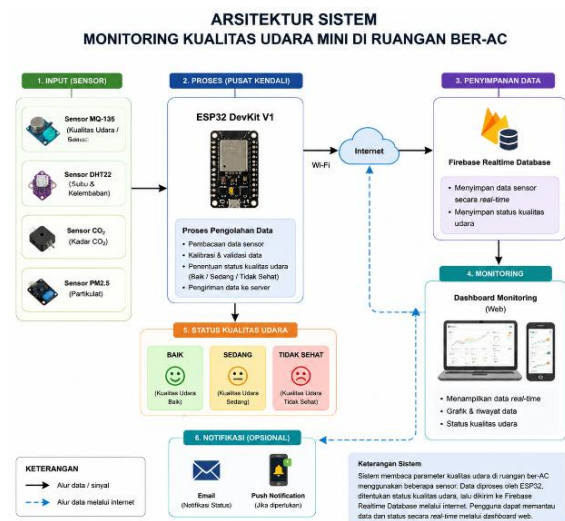
Tabel 1. Kebutuhan perangkat keras

No	Komponen	Spesifikasi
1	Mikrokontroler	ESP32 DevKit V1
2	Sensor	Sensor MQ-2 (Gas), Sensor DHT22 (Suhu & Kelembaban)
3	Power Supply	5v DC
4	Kabel dan konektor	Kabel jumper dan konektor untuk sensor dan mikrokontroler

Tabel 2. Kebutuhan perangkat lunak

No	Komponen	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	Windows 11
2	Text Editor	Arduino IDE, Visual Studio Code
3	Platform Web	Dashboard berbasis <i>web</i> untuk monitoring real-time
4	Bahasa Pemrograman	Python
5	Penampilan Antarmuka	Web Browser

3.3. Arsitektur Sistem



Gambar 1. Arsitektur kualitas udara

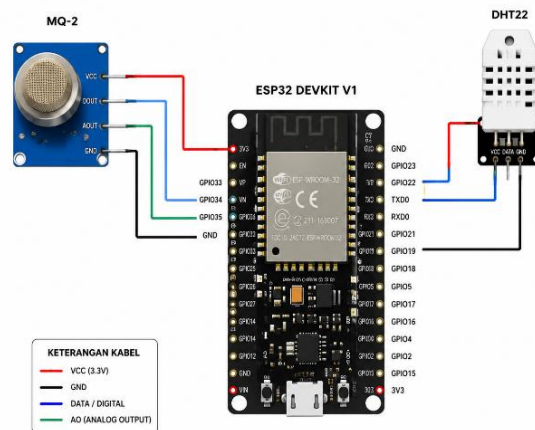
Pada Gambar 1 ditunjukkan arsitektur sistem mini pemantauan kualitas udara di ruangan ber-AC, arsitektur dirancang untuk membaca kondisi lingkungan, memproses data sensor, dan menyampaikan informasi kepada pengguna secara *real-time* melalui platform *web*. Sistem menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas berbahaya serta sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Data dari kedua sensor dikirimkan ke ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk diproses sesuai dengan ambang batas kualitas udara yang telah ditentukan.

Proses pengolahan data mencakup pembacaan sensor, konversi data menjadi nilai digital, dan evaluasi terhadap ambang batas. Hasil evaluasi menentukan status kualitas udara, misalnya kategori Aman, Waspada, atau Bahaya. Data hasil pengolahan ini kemudian dikirim melalui koneksi *Wi-Fi* ke platform *web*, di mana pengguna dapat memantau grafik dan tabel data secara langsung.

Dengan arsitektur ini, seluruh alur mulai dari pembacaan sensor, pemrosesan data, hingga monitoring *real-time* melalui *web* terintegrasi dalam satu sistem. Sistem ini tidak menggunakan indikator lokal seperti LED atau buzzer, sehingga lebih sederhana dan sesuai untuk penerapan mini. Pendekatan ini memungkinkan pemantauan kualitas udara di ruang ber-AC secara praktis dan efisien, dengan notifikasi instan dapat diakses dari perangkat apa pun yang mendukung *web browser*.

3.4. Rangkaian perangkat keras

RANGKAIAN PERANGKAT KERAS ESP32, MQ-2, DAN DHT22

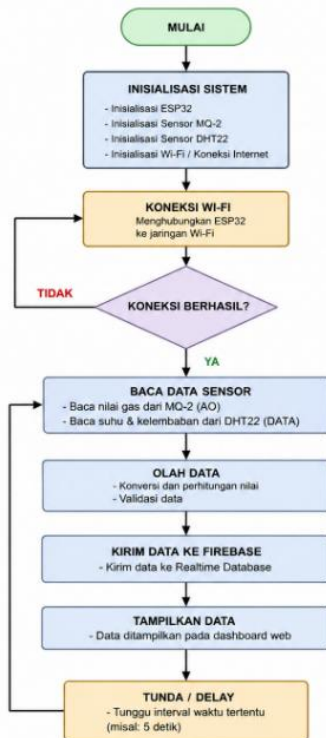


Gambar 2. Rangkaian perangkat keras

Gambar 2 menunjukkan rangkaian perangkat keras sistem mini pemantauan kualitas udara di ruangan ber-AC. ESP32 DevKit V1 digunakan sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor dan mengirimkannya ke platform *web* untuk monitoring. Sensor MQ-2 terhubung ke pin analog ESP32 untuk membaca konsentrasi gas berbahaya, sedangkan sensor DHT22 terhubung ke pin digital untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Rangkaian ini tidak menggunakan indikator lokal seperti LED atau buzzer sehingga lebih sederhana dan cocok untuk sistem mini. Seluruh sensor dan mikrokontroler dihubungkan menggunakan konfigurasi *common ground* untuk memastikan pembacaan sensor stabil. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh ESP32 dan dikirim secara *real-time* ke platform *web*, di mana pengguna dapat memantau kualitas udara melalui dashboard monitoring. Dengan rancangan ini, semua komponen bekerja secara terintegrasi sehingga pemantauan kualitas udara di ruangan ber-AC dapat

dilakukan secara akurat, stabil, dan efisien tanpa memerlukan perangkat peringatan lokal.

3.5. Flowchart Sistem



Gambar 3. Flowchart sistem

Gambar 3 Flowchart sistem ini menjelaskan alur kerja sistem mini pemantauan kualitas udara di ruangan ber-AC. Sistem dimulai dengan inisialisasi, di mana ESP32 menyalakan sensor MQ-2 dan DHT22 serta menyiapkan koneksi Wi-Fi ke platform web. Setelah itu, ESP32 melakukan pembacaan sensor untuk mengumpulkan data gas berbahaya, suhu, dan kelembaban udara. Data yang diperoleh kemudian masuk ke tahap pemrosesan, di mana ESP32 membandingkan nilai sensor dengan ambang batas yang telah ditentukan untuk menentukan status kualitas udara, yaitu Aman, Waspada, atau Bahaya. Setelah pemrosesan selesai, ESP32 mengirimkan data ke platform web, yang menampilkan grafik dan tabel untuk monitoring real-time serta memberikan notifikasi instan kepada pengguna jika kualitas udara berada di luar batas aman. Setelah itu, sistem kembali ke tahap pembacaan sensor untuk memantau udara secara terus-menerus. Flowchart ini menunjukkan bahwa seluruh proses bekerja secara berulang (*loop*) sehingga pemantauan kualitas udara di ruangan ber-AC berlangsung secara kontinu dan *real-time*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

Implementasi sistem menghasilkan prototipe mini pemantauan kualitas udara berbasis *IoT* yang mengintegrasikan sensor MQ-2, sensor DHT22, dan mikrokontroler ESP32, serta platform web untuk monitoring real-time. Sistem ini mampu membaca

parameter konsentrasi gas, suhu, dan kelembaban, kemudian memproses data untuk menentukan status kualitas udara yaitu *Aman*, *Waspada*, atau *Bahaya*. Data hasil pembacaan dikirim ke platform web, memungkinkan pemantauan secara terus-menerus tanpa memerlukan indikator tambahan seperti LED atau buzzer. Pengiriman data melalui koneksi Wi-Fi memastikan pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh melalui perangkat apa pun yang mendukung web browser. Implementasi ini menjadi dasar pengujian untuk memastikan sistem bekerja sesuai rancangan dan mampu membaca data sensor secara akurat.



Gambar 4. Hasil implementasi perangkat keras sistem

4.2. Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk mengevaluasi akurasi dan kestabilan sistem mini pemantauan kualitas udara di ruangan ber-AC. Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi gas berbahaya, sementara sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Pengujian bertujuan untuk memastikan pembacaan sensor sesuai dengan kondisi nyata di ruangan di tunjukan Tabel 3.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor kelembapan dan suhu

No	Parameter	Nilai Sensor	Ambang Ideal
1	Suhu (°C)	30,7	18–30
2	Kelembaban (%)	67,6	40–70
3	CO ₂ (ppm)	428	<1000
4	Comfort / Kenyamanan	80/100	-

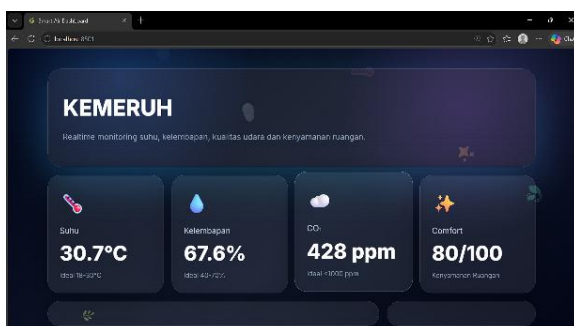
Berdasarkan Tabel 3, Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 membaca suhu ruangan sebesar 30,7°C, sedikit melebihi ambang batas ideal 30°C, namun masih dalam batas aman. Kelembaban ruangan terbaca 67,6%, berada dalam rentang ideal 40–70%, sehingga menunjukkan udara ruangan cukup nyaman. Sensor MQ-2 membaca konsentrasi CO₂ sebesar 428 ppm, yang masih jauh di

bawah batas aman <1000 ppm, menandakan kualitas udara di ruangan berada pada level aman.

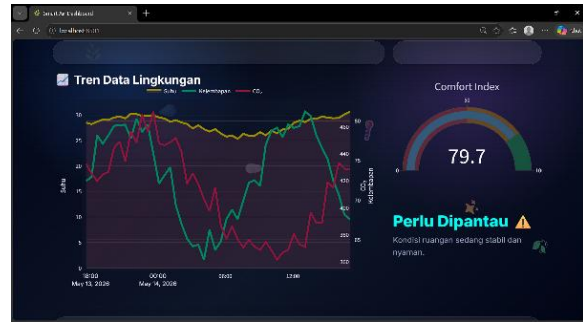
Selain itu, indikator *Comfort* atau kenyamanan ruangan menunjukkan nilai 80/100, yang mengindikasikan bahwa kondisi udara secara keseluruhan baik untuk penghuni. Data ini membuktikan bahwa sistem mampu membaca parameter kualitas udara dengan akurat dan stabil, serta mengirimkan data ke platform web tanpa gangguan.

4.3. Monitoring melalui Platform Web

Sistem mini pemantauan kualitas udara menggunakan ESP32, sensor MQ-2, dan DHT22 menampilkan data secara *real-time* melalui platform web. Tampilan pertama menunjukkan parameter utama seperti suhu, kelembaban, konsentrasi CO₂, dan *Comfort Index*. Nilai suhu 30,7°C masih berada di ambang aman, kelembaban 67,6% masuk dalam batas ideal, dan CO₂ 428 ppm jauh di bawah batas aman <1000 ppm. Indikator *Comfort Index* 80/100 menunjukkan tingkat kenyamanan udara di ruangan ber-AC cukup baik. Tampilan kedua menampilkan grafik tren data lingkungan yang merekam fluktuasi suhu, kelembaban, dan CO₂ dari waktu ke waktu. Grafik ini memungkinkan pengguna melihat pola perubahan kondisi udara sepanjang hari, memudahkan identifikasi periode kritis jika parameter mendekati ambang batas. Selain itu, dashboard menyediakan indikator visual untuk kenyamanan udara (*Comfort Index*) dan status kualitas udara. Sistem dapat menampilkan peringatan ketika kondisi udara mulai menurun sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan untuk menjaga kualitas dan kenyamanan ruangan. Secara keseluruhan, platform web memberikan visualisasi yang jelas dan interaktif, memungkinkan pemantauan secara terus-menerus dan jarak jauh tanpa memerlukan indikator tambahan seperti LED atau buzzer. Hal ini mempermudah pengguna dalam memantau kualitas udara di ruangan ber-AC secara efektif dan efisien, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data *real-time*.



Gambar 5. Tampilan dashboard monitoring



Gambar 6. Tampilan grafik monitoring

4.4. Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan dengan mempertimbangkan akurasi sensor, stabilitas pengiriman data, dan efektivitas platform web. Sensor DHT22 memberikan pembacaan suhu dan kelembaban dengan kesalahan maksimum kurang dari 2,5%, sedangkan sensor MQ-2 memberikan pembacaan gas dengan kesalahan maksimum 7%. Data yang dikirim ke platform web stabil dan dapat diakses secara *real-time*.

Sistem berhasil mengklasifikasikan status kualitas udara dengan benar pada seluruh percobaan. Evaluasi menunjukkan bahwa integrasi sensor, ESP32, dan platform web menghasilkan sistem mini yang efisien, akurat, dan mudah dipantau. Sistem juga tidak memerlukan indikator lokal seperti LED atau buzzer, sehingga lebih ringkas dan praktis.

4.5. Pembahasan

Hasil pengujian dan evaluasi menunjukkan bahwa sistem mini pemantauan kualitas udara di ruangan ber-AC bekerja secara efektif. Integrasi ESP32, sensor MQ-2, dan DHT22 memungkinkan sistem mendeteksi kondisi udara secara akurat dan stabil.

Pemantauan melalui platform web memberikan beberapa keunggulan. Pertama, pengguna dapat memantau parameter udara dari jarak jauh tanpa memerlukan indikator fisik seperti LED atau buzzer. Kedua, tampilan grafik tren memudahkan identifikasi periode fluktuasi kualitas udara, sehingga dapat segera diambil tindakan pencegahan. Ketiga, *Comfort Index* yang ditampilkan membantu pengguna menilai kenyamanan ruangan secara keseluruhan. Sistem juga menunjukkan kemampuan adaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan. Ketika terjadi kenaikan konsentrasi gas atau fluktuasi suhu dan kelembaban, ESP32 segera memproses data dan memperbarui status kualitas udara di platform web. Hal ini menegaskan bahwa sistem mampu beroperasi secara *real-time* dan memberikan informasi yang relevan untuk menjaga kualitas udara.

Meskipun sistem terbukti efektif, beberapa catatan tetap perlu diperhatikan. Kalibrasi sensor MQ-2 diperlukan jika digunakan di ruangan dengan jenis polutan berbeda. Selain itu, kualitas koneksi Wi-Fi mempengaruhi kecepatan pengiriman data, sehingga

perlu dipastikan jaringan stabil untuk pemantauan kontinu.

Secara keseluruhan, sistem mini ini dapat diterapkan secara praktis untuk pemantauan kualitas udara di ruangan ber-AC. Sistem menyediakan data yang akurat, stabil, dan mudah dipantau melalui platform web, sehingga mendukung keputusan berbasis data untuk menjaga kenyamanan dan keamanan penghuni ruangan.

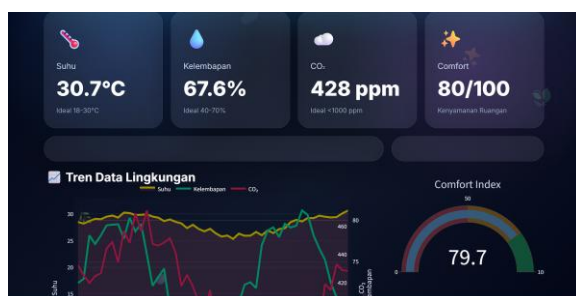
4.6. Pengujian Web

Pengujian aplikasi web dilakukan untuk memastikan bahwa dashboard monitoring dapat menampilkan data kualitas udara yang dikirimkan oleh ESP32 secara real-time. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor MQ-2 dan DHT22 ke sistem, kemudian mengamati data yang ditampilkan pada dashboard web.

Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi web berhasil menampilkan seluruh parameter yang dibutuhkan, yaitu suhu, kelembapan, konsentrasi gas, dan nilai Comfort Index. Data yang diterima dari sensor dapat ditampilkan dengan baik pada dashboard tanpa mengalami kendala. Selain itu, aplikasi juga mampu menampilkan grafik tren data lingkungan yang menunjukkan perubahan suhu, kelembapan, dan konsentrasi gas dari waktu ke waktu.

Dashboard web dapat diakses melalui web browser sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dari berbagai perangkat yang terhubung ke jaringan internet. Informasi yang ditampilkan pada dashboard diperbarui secara otomatis sesuai data terbaru yang dikirimkan oleh ESP32.

Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian aplikasi web yang berhasil menampilkan data suhu sebesar 30,7°C, kelembapan 67,6%, konsentrasi gas 428 ppm, dan nilai Comfort Index sebesar 80/100. Selain itu, grafik tren data lingkungan juga dapat ditampilkan dengan baik sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi kualitas udara secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi web telah berfungsi sesuai dengan rancangan sistem dan mampu digunakan sebagai media monitoring kualitas udara pada ruangan tertutup berbasis Internet of Things (IoT).



Gambar 7. Hasil pegujian

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, sistem mini pemantauan kualitas udara pada ruangan ber-AC berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor MQ-2 dan DHT22 berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu membaca parameter lingkungan berupa suhu, kelembapan, dan konsentrasi gas, kemudian memproses data menggunakan ESP32 untuk menentukan status kualitas udara yang ditampilkan melalui platform web secara real-time.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara stabil dalam membaca data sensor dan menampilkan informasi kualitas udara dalam bentuk nilai parameter, grafik tren, serta indikator Comfort Index pada dashboard web. Koneksi Wi-Fi yang terintegrasi memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara jarak jauh dan berkelanjutan tanpa memerlukan indikator fisik tambahan.

Dengan demikian, integrasi sensor MQ-2, sensor DHT22, ESP32, dan platform web menghasilkan sistem pemantauan kualitas udara yang mampu memberikan informasi kondisi lingkungan secara real-time, sehingga dapat membantu pengguna dalam memantau kualitas udara pada ruangan ber-AC secara efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. E. F. Anggara, H. Yuana, and W. D. Puspitasari, "Rancang Bangun Alat Monitor Ketinggian Air Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP32 dan Framework Blynk," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 5, Oct. 2023.
- [2] S. Rasyad, A. Rahman, and A. Anggara, "Alat Monitoring Kondisi Udara dan Cuaca pada Ruang Terbuka Berbasis IoT dengan Platform via Telegram," *Jurnal Ampere*, vol. 10, no. 1, Jun. 2025, doi: 10.31851/ampere.
- [3] A. Rofik, "Analisis Kebocoran Gas LPG dengan Menggunakan Sensor Gas MQ-2," *Prosiding Seminar Nasional FORTEI Regional 7 (SinarFe7)*, pp. 206–208, 2020, ISSN 2621-3540.
- [4] H. Aswaldi, "Penerapan Teknologi Internet of Things (IoT) untuk Monitoring Kualitas Udara dalam Ruangan Article history," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 1, no. 2, 2025, doi: 10.70716/jocsit.v1i2.225.
- [5] R. Ramadhan and J. C. Chandra, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis IoT Dengan NodeMCU," in *Proc. Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, Jakarta, Indonesia, 2022, pp. 1183–1190.
- [6] D. M. Panjaitan, V. F. Naibaho, and A. Amelia, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis NodeMCU ESP8266," *Prosiding Konferensi*

- Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan*, pp. 113–121, 2021.
- [7] I. Syukhron, R. Rahmadewi, and Ibrahim, “Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT,” *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 1, pp. 1–11, Jan. 2021.
- [8] L. Rahmawati, Y. Y. Pratama, and M. G. Azhari, “Prototype Sistem Monitoring Kebakaran Berbasis IoT Menggunakan Node MCU Dengan Penyemprot Air Otomatis,” *JEETech (Journal of Electrical Engineering and Technology)*, vol. 3, no. 2, pp. 43–51, 2022.
- [9] E. Sulisty, M. A. Alfarizi, T. Y. A. Chantika, and I. M. A. Setiawan, “Alat Pemantau Kualitas Udara Berbasis IoT,” *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT)*, pp. 83–88, 2024.
- [10] M. Yusuf and M. Zaid, “Sistem Pemantauan Indeks Kualitas Udara dan Keadaan Cuaca pada Lingkungan Berbasis Webserver,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Komputer Kendali Elektronika (TKKE), Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*.
- [11] J. Mulyono and E. Apriaskar, “Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2, Falme Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino,” vol. 14, no. 1, pp. 16–25, 2021, [Online]. Available: <http://journal.stekom.ac.id/index.php/elkom/page16>
- [12] J. Prayudha, A. Pranata, and A. Al Hafiz, “Implementasi Metode Fuzzy Logic untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara di Kota Medan Berbasis Internet of Things (IoT),” *JURTEKSI*, vol. 4, no. 2, pp. 141–148, 2018.
- [13] S. Sadi, S. Mulyati, and P. B. Setiawan, “Internet of Things Pada Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Web Server,” *Formosa Journal of Multidisciplinary Research (FJMR)*, vol. 1, no. 4, pp. 1085–1094, 2022, doi: 10.55927.
- [14] M. Novita Sari, “Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Sistem Iot Untuk Pemantauan Suhu Dan Kelembaban Ruangan Secara Real-Time Sebagai Indikator Kualitas Udara,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (JIKTI)*, vol. 3, no. 1, 2026, doi: 10.35870/jikti.v3i1.1828.
- [15] Putro, A. P., Hidayat, D. A., Heratama, F. F., Cahyo, A. D., Yulian, D. E., & Prabowo, Y. A. (2023, April). “Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Mikrokontroler ESP32 Dengan Sensor MQ2 Berbasis Internet of Things,” *In Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 217–224)