

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara sangat berpengaruh pada kesehatan manusia, baik di dalam maupun di luar ruangan. Salah satu aspek penting dalam mengukur kualitas udara adalah kadar karbon dioksida (CO_2). Jika kadar CO_2 di dalam ruangan terlalu tinggi, dapat membahayakan kesehatan dan bahkan menyebabkan kematian. Selain CO_2 , suhu yang nyaman di dalam ruangan juga sangat penting, terutama untuk orang yang berada di ruangan tertutup. Ketika beraktivitas sehari-hari, orang membutuhkan lingkungan yang nyaman agar bisa fokus pada tugas yang sedang dilakukan. Oleh karena itu, penting untuk menjaga dan memantau kondisi ruangan dengan baik. Suhu yang tidak stabil dalam ruangan dapat membuat orang merasa tidak nyaman [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, masalah kualitas udara di ruang perawatan umum, terutama di industri perawatan kesehatan, telah menjadi perhatian utama. Tingginya kadar CO_2 adalah indikator utama kualitas udara dalam ruangan; dapat menunjukkan kurangnya ventilasi, yang dapat meningkatkan risiko penyebaran infeksi dan menurunkan kualitas udara di ruang perawatan. Rumah Sakit Edelweiss memiliki banyak ruang perawatan yang tersedia sehingga diperlukannya alat *monitoring* secara jarak jauh. Sistem *monitoring* kualitas udara dan suhu pada Rumah Sakit Edelweiss masih dilakukan secara manual sehingga dapat memperlambat data yang diperlukan secara cepat dan tepat. Kualitas udara di ruang perawatan umum sangat penting untuk keselamatan pasien, kenyamanan, dan efektivitas perawatan medis. Infeksi nosokomial dapat menyebar, membahayakan pasien yang mungkin sudah dalam kondisi lemah [1].

Berdasarkan standar ASHRAE dan OSHA maksimal konsentrasi CO_2 dalam ruangan ruangan tidak melewati 1.000 ppm. Kadar CO_2 merupakan indikator untuk mengetahui efektif tidaknya sistem ventilasi dalam ruangan yang bersangkutan. Kadar CO_2 dalam suatu ruangan harus diusahakan < 1.000 ppm. Apabila kadar CO_2 melebihi batas tersebut maka memberikan indikasi bahwa jumlah udara segar yang dialirkan melalui sistem ventilasi tidak mencukupi [2].

Sesuai dengan pedoman Kepmenkes 1204 tahun 2004 tentang persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit. Bahwasannya kadar CO₂, suhu, dan kelembaban sudah diatur. Kadar CO₂ pada ruang perawatan pada 1 sampai 300 ppm, untuk suhu pada ruang perawatan sekitar 22 sampai 24 derajat selsius, untuk kelembaban pada ruang perawatan 45% sampai 60%. Jika terjadi kondisi yang membahayakan maka alat ini dapat memberi peringatan atau notifikasi informasi akan selalu terkirim ke *website* yang dapat memberikan notifikasi kondisi CO₂ dan suhu dalam ruangan [3].

Sebagai komponen luar kenyamanan termal, suhu dan kelembaban memiliki pengaruh yang signifikan pada kesehatan seseorang, bahkan lebih dari kenyamanan itu sendiri. Contohnya, gelombang panas di Perancis pada tahun 2003 menyebabkan hampir 15.000 kematian, menunjukkan dampak negatif kondisi termal terhadap kesehatan. Kemajuan teknologi telah memungkinkan sistem pendingin udara untuk mengontrol dan menciptakan kondisi termal yang stabil di dalam bangunan. Faktor-faktor seperti desain bangunan, lokasi geografis, orientasi bangunan, kepadatan penghuni, struktur bangunan, desain ventilasi, dan mode penghawaan memengaruhi pengaturan suhu dalam ruangan. Untuk sebagian besar bangunan, kontrol suhu dan kelembaban udara biasanya dilakukan oleh sistem ventilasi. Selain itu, upaya dilakukan untuk memisahkan peran ganda sistem mekanis dalam mengatur pendinginan dan ventilasi dengan menyediakan sistem pendinginan khusus yang tidak bergantung pada ventilasi [4].

Suhu nyaman termal untuk penduduk Indonesia berada dalam kisaran 22,8°C hingga 25,8°C, dengan tingkat kelembaban 70%. Untuk mencapai kondisi ideal tersebut, perlu memperhatikan kondisi bangunan. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa pada hunian tanpa bukaan di kedua sisi samping, suhu dan kelembaban cenderung meningkat, dan aliran udara di dalam bangunan menjadi kurang optimal [4].

Penelitian ini memanfaatkan *framework* Laravel 8 sebagai dasar pengembangan sistem. *Framework* ini memiliki fleksibilitas, skalabilitas, dan kemampuan untuk mengintegrasikan sensor CO₂, sensor suhu DHT22 dan data *monitoring* kualitas udara ke dalam sistem informasi Rumah Sakit yang sudah ada

serta data hasil pemantauan akan disimpan di *database* menggunakan Firebase dengan konsep pemantauan *compliance* sekaligus *performance*. Oleh karena itu, perlu adanya sistem *monitoring* kualitas udara yang efisien dan andal di ruang perawatan umum Rumah Sakit.

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* kualitas udara berbasis sensor mq-135 di Rumah Sakit Edelweiss. Sistem ini akan memungkinkan pengukuran secara *Real-time* konsentrasi CO₂ di dalam ruang perawatan umum dan memberikan pemantauan yang akurat dan cepat terkait kualitas udara. Dengan adanya sistem ini, petugas perawatan dan pengelola Rumah Sakit dapat segera mengetahui ketidaknormalan secara *real time* pada saat itu juga, dalam kualitas udara dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk memastikan kualitas udara yang aman dan sehat bagi pasien dan staf medis. *Output* dari sistem akan memberikan informasi pada *website* terkait kualitas udara, dan ketika melebihi batas yang telah ditentukan, *air purifier* akan diaktifkan secara otomatis.

1.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tinjauan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penelitian ini tidak ada unsur plagiat terhadap penelitian lain. Dalam tahap ini, telah diuraikan secara singkat sebagai bentuk memperkuat alasan mengapa penelitian ini dilakukan. Dapat dilihat pada tabel 1.1 adalah referensi jurnal penelitian sejenis yang dilakukan beberapa peneliti sebelumnya.

Tabel 1. 1 Tabel refrensi

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul
1	Hussein J. Khadim., dkk	2021	<i>Application of MQ-Sensors to Indoor Air Quality Monitoring in Lab based on IoT</i>
2	Anabi Hilary Kelech., dkk	2022	<i>Design of a Low-Cost Air Quality Monitoring System Using Arduino and</i>

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul
			<i>ThingSpeak</i>
3	Gita C. Ulaan., dkk	2022	<i>Indoor Air Quality Monitoring System</i>
4	Muhammad Ridwan Ali Akbar., dkk	2022	<i>Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Thing (IoT) di Ciamis</i>
5	Beni Satria, dkk	2023	<i>Desain Alat Ukur Pencemaran Udara Portabel Berbasis Sensor MQ-135 Dan MQ-7</i>

Penelitian mengenai sistem mengenai *monitoring* kualitas udara ini sebelumnya sudah dilakukan oleh berbagai Lembaga dengan cara, tujuan dan pencapaiannya masing-masing. Dapat dilihat pada tabel 1.1, masing-masing penelitian yang berhubungan dengan kebutuhan riset yang telah dilakukan.

Penelitian oleh Hussein J. Khadim, dkk [5] membahas penerapan sensor MQ untuk memantau kualitas udara dalam ruangan di laboratorium menggunakan teknologi IoT. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem berbasis web yang melacak metrik kualitas udara seperti karbon dioksida, karbon dioksida, alkohol, fenol, toluena, LPG, benzena, amonia, dan metana. Sistem ini menggunakan sensor MQ logam oksida yang terhubung ke mikrokontroler Arduino, dan data ditampilkan pada perangkat *Android* dan dikirim ke halaman web melalui *platform* ThingSpeak. Sistem ini juga memiliki fungsi notifikasi untuk memberi tahu pengguna ketika pengukuran kualitas udara melebihi ambang batas yang ditentukan. Penulis mengimplementasikan sistem ini di laboratorium teknik lingkungan dan mengumpulkan data tentang polutan udara. Hasilnya menunjukkan konsentrasi berbagai gas di lingkungan laboratorium.

Penelitian oleh Anabi Hilary Kelech, dkk [6] membahas tentang desain sistem pemantauan kualitas udara berbiaya rendah menggunakan Arduino dan ThingSpeak. Sistem ini menggunakan sensor kualitas udara dan karbon dioksida

untuk memantau polutan gas. Sistem ini juga menggunakan papan pengembangan Arduino Nano dengan modul WiFi untuk mengirim pembacaan ke *platform* saluran *online* ThingSpeak untuk tampilan waktu nyata kualitas udara. Sistem ini dapat meningkatkan kesadaran tentang kualitas udara buruk dengan mengirim pemberitahuan melalui *email*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas udara berbiaya rendah menggunakan Arduino dan ThingSpeak.

Penelitian yang dilakukan Gita C Ulaan, dkk [7] mengembangkan sebuah sistem untuk memantau kualitas udara dalam ruangan menggunakan berbagai sensor seperti sensor MQ-135 untuk mendeteksi kualitas udara, sensor MG-811 untuk mendeteksi karbon dioksida (CO²), sensor debu untuk mendeteksi partikel PM 2.5, sensor MQ-2 untuk mendeteksi asap, sensor MQ-9 untuk mendeteksi karbon dioksida (CO), dan sensor MQ-8 untuk mendeteksi hidrogen (H₂). Data dari sensor-sensor ini dikirim secara *Real-time* ke *smartphone* Android menggunakan modul Bluetooth ESP32. Aplikasi yang dikembangkan melalui *platform* mit app inventor dapat menampilkan data pemantauan, memungkinkan pengguna mengetahui kualitas udara dalam ruangan. Penelitian ini menunjukkan bahwa alat ini dapat digunakan sebagai alat pemantauan kualitas udara dalam ruangan.

Penelitian oleh Muhammad Ridwan Ali Akbar, dkk [8] membahas pengembangan sistem pemantauan kualitas udara menggunakan NodeMcu Esp8266 berbasis *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini mampu memantau kualitas udara di Ciamis dan menampilkan nilai ISPU untuk menentukan apakah kualitas udara baik atau buruk. Sistem ini menggunakan sensor untuk mengukur tingkat CO, suhu, dan kelembaban. Pengujian dilakukan di dua lokasi di Ciamis, yaitu terminal Ciamis dan Alun-alun Ciamis, dan hasilnya menunjukkan bahwa kualitas udara di kedua lokasi tersebut sedang. Sistem ini dapat diakses melalui tampilan dan data dapat disimpan dalam kartu memori. Data juga diintegrasikan ke Firebase untuk pemantauan dan notifikasi secara *Real-time*. ESP8266 diuji untuk komunikasi serial dan berhasil mengirim dan menerima data. Juga diuji untuk pembacaan analog dan mampu membaca nilai analog yang berbeda dengan

akurasi. Sensor DHT11 dan sensor MQ135 diuji untuk suhu, kelembaban, dan tingkat CO₂, dan pembacaannya dibandingkan dengan sensor referensi. Hasilnya menunjukkan bahwa ESP8266 dan sensor berfungsi dengan baik dalam batas kesalahan yang dapat diterima. Tingkat CO₂ di udara juga diukur menggunakan sistem ini dan dibandingkan dengan standar ISPU, dan hasilnya menunjukkan bahwa kualitas udara di area yang diuji berada dalam kategori "sedang".

Penelitian yang dilakukan Beni Satria, dkk [9] membahas Polusi udara pencemaran pada udara dengan hadirnya berbagai bahan pencemar di luar ambang batas. Permasalahan polusi udara di perkotaan tidak dapat diabaikan lagi karena sangat berdampak terhadap kehidupan manusia saat ini dan yang akan datang. Karena keterbatasan indera penciuman manusia mendeteksi keberadaan gas-gas yang tidak terlihat yang dapat membahayakan kesehatan. Oleh karena itu diperlukan suatu alat pendeteksi yang dapat mengetahui tingkat polusi udara, sehingga dapat menjadi acuan untuk mengetahui tingkat pencemaran udara di suatu tempat. Pada penelitian ini dirancang sebuah alat yang dapat mendeteksi pencemaran udara menggunakan sensor MQ-135 yang dapat mendeteksi gas amonia, bensol, alkohol, CO₂, smoke dan gas-gas lainnya. Dan sensor MQ-7 yaitu sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon dioksida stabil dan berumur panjang. Dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8 sebagai pemroses utama pada rangkaian ini, dan hasil pengukuran ditampilkan pada sebuah LCD Display 2 x 16 karakter sehingga kita dapat mengetahui kondisi udara dalam suatu ruangan, apakah bersih, tercemar atau oksigen yang kurang.

Berdasarkan hasil tinjauan literatur terhadap beberapa penelitian mengenai sistem *monitoring* kualitas udara terdapat beberapa perbedaan yaitu pada *framework* pengembangan *website* dan *output* yang didapat, penelitian sebelumnya hanya menggunakan *platform* sebagai alat *monitoring*. Oleh karena itu, pada penelitian Tugas Akhir ini akan dilakukan perancangan *website* dengan *database* Firebase sebagai penyimpanan data untuk memantau kualitas udara dan suhu pada ruang perawatan di Rumah Sakit yang berjudul "Rancang bangun Sistem *monitoring* kualitas udara berbasis sensor karbon dioksida (CO₂) dengan *framework* Laravel 8". Letak perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu pada

perancangan *IOT (Internet of Things)* ada pada *software*, penelitian ini merancang sebuah *website* yang akan diintegrasikan dengan *database* Firebase sebagai penyimpan data yang terkoneksi dengan *framework* Laravel 8 dengan demikian pada penelitian ini telah mengandung unsur kebaruan dan inovasi dari penelitian terdahulu.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan maka rumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun sistem *monitoring* kualitas udara pada ruang perawatan menggunakan sensor karbon dioksida dan sensor suhu dengan *framework* Laravel 8?
2. Bagaimana kinerja sistem *monitoring* kualitas udara pada ruang perawatan menggunakan sensor karbon dioksida dan sensor suhu dengan *framework* Laravel 8?

1.4 Tujuan

Dari latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* kualitas udara pada ruang perawatan menggunakan sensor karbon dioksida dan sensor suhu dengan *framework* Laravel 8.
2. Mengetahui kinerja sistem *monitoring* kualitas udara pada ruang perawatan menggunakan sensor karbon dioksida dan sensor suhu dengan *framework* Laravel 8.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat dirasakan oleh bidang akademis dan bidang praktis, baik dalam aspek akademik maupun aplikatif:

1. Manfaat Akademis

Mampu mengaplikasikan salah satu bidang ilmu pengetahuan keelektroanseperti Sistem Kendali, Rangkaian Elektronik Dasar,

Pemrograman, *Internet of Things*, dan Elektronika Dasar.

2. Manfaat Praktis

Sebagai sumber referensi dan bahan masukan untuk peneliti lainnya dalam pembuatan sistem pemantauan kualitas udara dan suhu khususnya diruang publik.

1.6 Batasan Masalah

Batasan yang berhubungan dengan masalah ini sangat luas, maka dari itu perlu adanya batasan masalah dalam penelitian ini, agar yang didapat lebih spesifik dan terarah. Batasan masalah ini menitik beratkan pada:

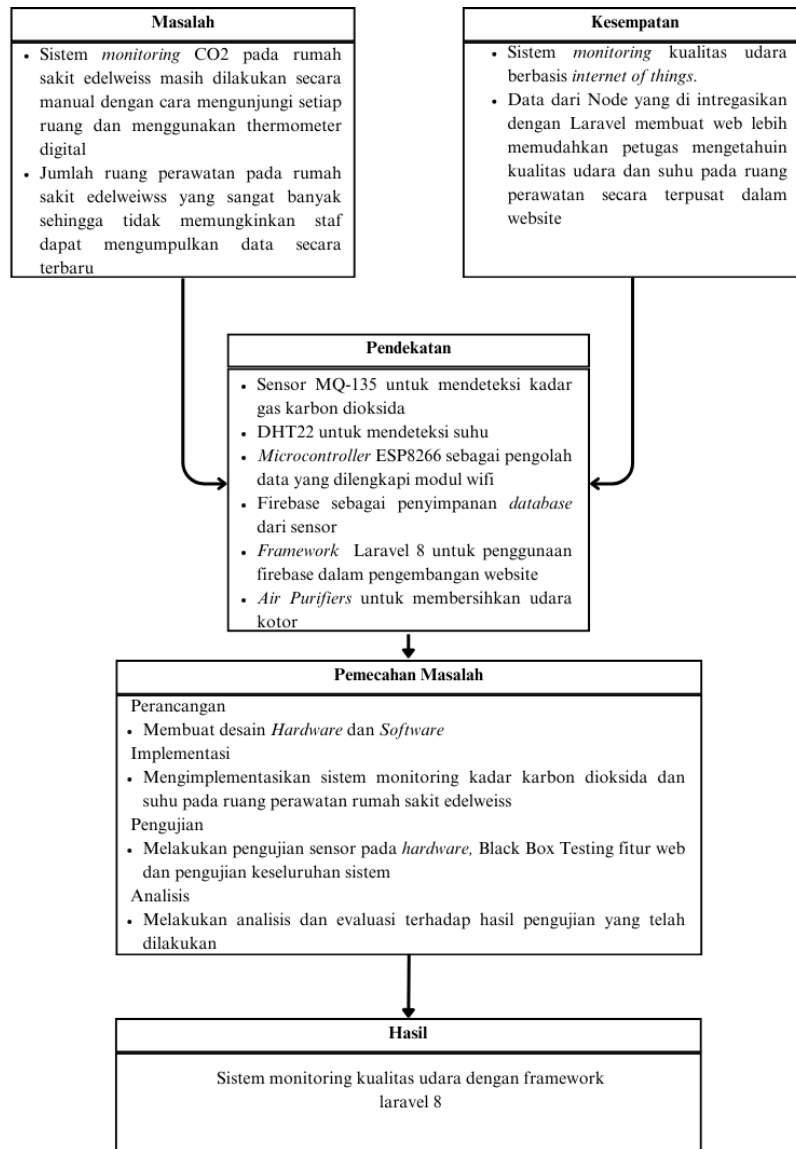
1. Menggunakan sensor karbon dioksida MQ-135
2. Menggunakan sensor suhu DHT22
3. Menggunakan *microcontroller* ESP8266 sebagai *controller*
4. Menggunakan Firebase sebagai penyimpanan *database* dan dihubungkan dengan *framework* Laravel 8 untuk pembuatan *website*
5. Pengujian dilakukan di ruang perawatan umum Rumah Sakit Edelweiss
6. Pengujian dilakukan untuk mengukur nilai kadar CO₂, suhu dan kelembaban
7. Untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah sesuai kebutuhan atau tidak, pengujian *software* dilakukan terhadap fungsionalitas sistem dengan pendekatan *Blackbox testing*.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir yaitu berisi alur pemikiran yang memuat uraian sistematis tentang hasil perumusan masalah penelitian yang diperkirakan dapat diselesaikan melalui pendekatan yang dibutuhkan untuk sistem *monitoring* kualitas udara pada ruang perawatan, penelitian ini agar memudahkan dalam *monitoring* kualitas udara pada ruang perawatan secara cepat dan tepat.

Penelitian ini mencakup penggunaan sensor MQ-135 untuk mengukur kadar karbon dioksida, Sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu, dan mikrokontroler ESP8266 untuk mengirimkan data hasil pemantauan secara *Real-time*. Data yang dibaca disimpan pada *database* Firebase kemudian diintegrasikan pada web

digital menggunakan *framework* Laravel 8 untuk memberikan tampilan yang informatif dan mudah diakses. Hasil dari penelitian ini diharapkan menghasilkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis sensor karbon dioksida yang terintegrasi dengan web digital menggunakan *framework* Laravel 8 terlihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka berpikir penelitian

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir penelitian ini terdiri dari enam bab yang menguraikan permasalahan yang dibahas. Berikut sistematika penulisan Tugas Akhir ini:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, Tinjauan Penelitian Terdahulu, rumusan masalah, manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini menjelaskan tentang hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian. Menyangkut dengan penelitian perlu adanya penguasaan teori yang berhubungan dan menunjang dalam penelitian. Rancang bangun sistem *monitoring* kualitas udara dengan *framework* Laravel 8.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode dan tahapan - tahapan yang dilakukan ketika melakukan penelitian Rancang bangun sistem *monitoring* kualitas udara dengan *framework* Laravel 8.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini menjelaskan alur tahap-tahap perancangan, mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi Rancang Bangun sistem *monitoring* kualitas udara dengan *framework* Laravel 8.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini memaparkan hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan serta menganalisis data yang diperoleh pada saat pengujian sistem dan *website*.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang bagian penutup dari penelitian. Pada bagian ini terdapat kesimpulan, serta saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.