

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dapur merupakan salah satu ruang dalam rumah tinggal yang memiliki tingkat aktivitas tinggi dan berpotensi menghasilkan pencemar udara. Proses memasak dapat melepaskan asap, uap minyak, bau menyengat, serta gas hasil pembakaran yang apabila tidak ditangani dengan baik akan terakumulasi di dalam ruangan. Kondisi ini tidak hanya menurunkan kenyamanan penghuni, tetapi juga berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan, khususnya pada sistem pernapasan, apabila paparan terjadi secara berulang dan dalam jangka waktu lama.

Pada praktiknya, sistem ventilasi dapur di rumah tinggal umumnya masih mengandalkan ventilasi alami atau exhaust fan yang dioperasikan secara manual. Pengoperasian manual ini memiliki keterbatasan karena sangat bergantung pada kesadaran pengguna (Irdyanti et al., 2025). Dalam banyak kasus, exhaust fan dinyalakan terlambat saat polusi udara sudah meningkat, atau justru dibiarkan menyala terus-menerus meskipun kondisi udara telah kembali normal. Akibatnya, efektivitas ventilasi menjadi kurang optimal dan penggunaan energi listrik menjadi tidak efisien.

Seiring dengan perkembangan teknologi, konsep *Internet of Things* (IoT) (Santo Gitakarma & Putu Ary Sri Tjahyanti, 2022) memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung dan bekerja secara otomatis berdasarkan data dari lingkungan sekitar (Indrawan & Gitakarma, 2025). Penerapan IoT pada sistem ventilasi rumah tinggal memberikan peluang untuk menciptakan exhaust fan yang

mampu beroperasi secara otomatis, yaitu hanya aktif ketika kondisi udara memburuk dan berhenti saat kualitas udara kembali aman. Pendekatan ini membutuhkan sensor yang mampu mendeteksi parameter lingkungan secara akurat dan berkelanjutan.

Sensor MQ-135 dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan kualitas udara akibat keberadaan gas dan polutan yang umum muncul di area dapur, sedangkan sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara (Irfani et al., 2025). Kombinasi kedua sensor ini memungkinkan sistem memperoleh gambaran kondisi lingkungan dapur secara lebih menyeluruh. Dengan memanfaatkan data tersebut, exhaust fan dapat dikendalikan secara otomatis sesuai kebutuhan aktual, sehingga ventilasi menjadi lebih efektif dan efisien.

Meskipun demikian, penerapan sistem exhaust fan otomatis berbasis IoT (Santo Gitakarma et al., 2024a) di lingkungan rumah tinggal masih belum banyak diimplementasikan secara optimal, khususnya yang mengintegrasikan sensor gas dan sensor lingkungan dalam satu sistem terpadu. Tantangan yang dihadapi meliputi penentuan ambang batas kerja sensor, kestabilan sistem, serta efektivitas kontrol exhaust fan dalam merespons perubahan kondisi udara secara nyata. Oleh karena itu, diperlukan perancangan dan pengujian sistem yang mampu menjawab kebutuhan tersebut secara teknis dan aplikatif.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan implementasi exhaust fan otomatis berbasis IoT dengan memanfaatkan sensor MQ-135 dan DHT11 untuk optimasi ventilasi dapur rumah tinggal (Aryo Lukito, 2024). Diharapkan sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan kualitas udara dalam dapur secara otomatis, mengurangi

ketergantungan pada pengoperasian manual, serta mendukung efisiensi energi dan kenyamanan penghuni rumah.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kualitas udara di dapur rumah tinggal cenderung menurun saat aktivitas memasak berlangsung akibat munculnya asap, bau, dan gas pencemar yang tidak selalu dapat teratasi dengan ventilasi alami.
2. Penggunaan exhaust fan yang masih dioperasikan secara manual menyebabkan ventilasi tidak berjalan secara optimal karena bergantung pada kesadaran dan kebiasaan pengguna.
3. Tidak adanya sistem pemantauan kualitas udara secara real-time di dapur rumah tinggal membuat penghuni sulit mengetahui kondisi udara yang sebenarnya.
4. Exhaust fan sering kali menyala dalam waktu yang tidak tepat, baik terlalu lambat saat polusi udara meningkat maupun terlalu lama saat kondisi udara sudah normal, sehingga berdampak pada pemborosan energi listrik.
5. Pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem ventilasi dapur rumah tinggal masih terbatas dan belum diterapkan secara maksimal.
6. Belum adanya sistem exhaust fan otomatis yang mengintegrasikan sensor MQ-135 untuk deteksi kualitas udara dan sensor DHT11 untuk pemantauan suhu serta kelembapan dalam satu sistem terpadu.
7. Penentuan ambang batas sensor yang tepat untuk mengendalikan exhaust fan secara otomatis masih menjadi tantangan agar sistem dapat bekerja responsif dan stabil.

8. Diperlukan sistem kontrol yang mampu menyesuaikan kinerja exhaust fan dengan kondisi lingkungan dapur secara otomatis untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas perancangan dan implementasi sistem exhaust fan otomatis yang diterapkan pada dapur rumah tinggal skala kecil hingga menengah.
2. Parameter lingkungan yang digunakan sebagai dasar pengendalian exhaust fan meliputi kualitas udara yang dideteksi oleh sensor MQ-135 serta suhu dan kelembapan udara yang diukur menggunakan sensor DHT11.
3. Sensor MQ-135 difungsikan sebagai pendeteksi perubahan kualitas gas secara umum tanpa membedakan jenis gas pencemar secara spesifik.
4. Sistem dikendalikan menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan platform Internet of Things (IoT) untuk pemantauan dan pengendalian secara *real-time*.
5. Pengujian sistem dilakukan pada kondisi simulasi aktivitas memasak dan lingkungan dapur, tanpa mempertimbangkan variasi desain dapur secara menyeluruh.
6. Exhaust fan yang digunakan merupakan exhaust fan satu arah dengan sistem kendali ON dan OFF, tanpa pengaturan kecepatan putaran (*speed control*).
7. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam aspek keamanan jaringan (*cyber security*) dan manajemen data pada sistem IoT.

8. Analisis yang dilakukan difokuskan pada kinerja sistem dalam merespons perubahan kondisi udara dan efisiensi pengoperasian exhaust fan, tanpa membahas dampak jangka panjang terhadap kesehatan secara medis.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem exhaust fan otomatis berbasis IoT menggunakan sensor MQ-135 dan DHT11 pada dapur rumah tinggal?
2. Bagaimana kinerja sistem dalam mendeteksi perubahan kualitas udara, suhu, dan kelembapan untuk mengendalikan exhaust fan secara otomatis?
3. Sejauh mana sistem exhaust fan otomatis yang dirancang mampu mengoptimalkan ventilasi dapur secara efektif dan efisien?

1.5 Tujuan Pengembangan

Adapun berikut adalah beberapa tujuan dari pengembangan penelitian ini.

- 1 Merancang sebuah produk exhaust fan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengendalikan sistem ventilasi dapur rumah tinggal secara mandiri berdasarkan kondisi lingkungan.
- 2 Mengembangkan sistem pendeteksian kualitas udara dengan memanfaatkan sensor MQ-135 dan DHT11 untuk memperoleh data gas, suhu, dan kelembaban udara sebagai input pengendalian exhaust fan.

- 3 Mengimplementasikan mekanisme kendali otomatis exhaust fan berdasarkan nilai ambang batas gas, suhu, dan kelembaban yang telah ditetapkan guna meningkatkan kinerja ventilasi dapur.
- 4 Menguji kinerja produk exhaust fan otomatis yang dikembangkan melalui pengujian fungsional dan pengujian operasional untuk mengetahui tingkat efektivitas sistem dalam mengoptimalkan sirkulasi udara dapur.
- 5 Mengevaluasi hasil pengujian sistem sebagai dasar penyempurnaan produk exhaust fan otomatis berbasis IoT agar layak digunakan pada lingkungan dapur rumah tinggal.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem kendali dan *Internet of Things* (IoT), khususnya dalam penerapan sensor kualitas udara dan sensor lingkungan untuk sistem ventilasi otomatis pada rumah tinggal.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan kualitas udara dapur rumah tinggal melalui sistem exhaust fan otomatis yang bekerja sesuai kondisi lingkungan secara real-time.

b. Bagi Pengguna Rumah Tinggal

Sistem yang dirancang mampu mengurangi ketergantungan pada

pengoperasian manual exhaust fan, meningkatkan kenyamanan, serta membantu penggunaan energi listrik secara lebih efisien.

c. Bagi Dunia Pendidikan dan Peneliti Selanjutnya

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi atau bahan pengembangan lebih lanjut dalam penelitian terkait sistem ventilasi cerdas berbasis IoT dan penerapan sensor kualitas udara.

3. Manfaat Teknis

Penelitian ini memberikan gambaran implementasi nyata integrasi sensor MQ-135 dan DHT11 dengan sistem kendali berbasis IoT, serta menjadi acuan dalam perancangan sistem serupa pada skala rumah tinggal.

1.7 Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa sistem exhaust fan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk mengoptimalkan ventilasi dapur rumah tinggal berdasarkan kondisi kualitas gas/udara, suhu, dan kelembapan. Spesifikasi produk yang diharapkan ini disusun sebagai acuan dalam proses perancangan, pengembangan, pengujian, serta evaluasi produk. Adapun spesifikasi produk yang diharapkan adalah sebagai berikut.

1.7.1 Spesifikasi Teknis Perangkat Keras

1. Sistem menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali dan pengolah data.
2. Sensor MQ-135 digunakan sebagai pendeteksi perubahan kualitas udara di lingkungan dapur rumah tinggal.
3. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara.

4. Modul relay digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dan exhaust fan bertegangan AC.
5. Exhaust fan berfungsi sebagai aktuator utama untuk membuang udara kotor dari dalam dapur ke lingkungan luar.
6. Sistem menggunakan adaptor AC ke DC 12V sebagai sumber catu daya utama.
7. Modul stepdown digunakan untuk menurunkan tegangan agar sesuai dengan kebutuhan rangkaian kontrol.
8. LCD digunakan sebagai media tampilan informasi kondisi sistem.
9. Buzzer digunakan sebagai indikator peringatan kondisi udara.

1.7.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

1. Perangkat lunak sistem dirancang menggunakan bahasa pemrograman berbasis Arduino IDE.
2. Program mampu membaca data sensor MQ-135 dan DHT11 secara berkala.
3. Program mampu mengolah data sensor dan membandingkannya dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan.
4. Program mampu mengendalikan modul relay untuk mengaktifkan dan menonaktifkan exhaust fan secara otomatis.
5. Sistem terintegrasi dengan platform IoT untuk keperluan pemantauan data secara *real-time*.
6. Antarmuka pemantauan menampilkan data kualitas udara, suhu, kelembapan, serta status exhaust fan.

1.7.3 Spesifikasi Pengembangan Produk

1. Produk yang dikembangkan bersifat prototipe dan dapat dikembangkan lebih lanjut.
2. Sistem memungkinkan penambahan fitur pengaturan kecepatan exhaust fan dan penyimpanan data historis.
3. Sistem dapat dikembangkan untuk penerapan pada ruang lain selain dapur rumah tinggal.

