

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kemananan ruangan tertutup terhadap potensi polusi udara merupakan suatu permasalahan yang signifikan. Udara memiliki arti yang penting didalam kehidupan makhluk hidup, sehingga perlu pemanfaatan dengan mepertimbangkan kepentingan untuk kehidupan makhluk hidup. Udara merupakan campuran berbagai jenis gas yang berada pada ruangan dengan komposisi yang tidak selalu konstan. Udara dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu udara luar ruangan (*outdoor air*) dan udara dalam ruangan (*indoor air*). Ruangan tersebut bisa berupa rumah hunian, ruang sekolah, kantor, rumah sakit, fasilitas transportasi dan pusat perbelanjaan. Kualitas udara dalam ruangan (*Indoor Air Quality*) merupakan permasalahan yang harus diperhatikan karena berpengaruh pada kondisi kesehatan manusia.

Salah satu sumber penyebab polusi udara adalah asap rokok, asap rokok merupakan salah satu asap yang mengandung racun berbahaya bagi tubuh manusia. Pada sebatang rokok terdapat lebih dari 4000 jenis bahan kimia yang berpotensi membahayakan tubuh. Di antara bahan kimia tersebut, 400 memiliki efek racun, dan 43 di antaranya diketahui dapat menyebabkan kanker (Ismayanti dkk., 2024). Beberapa bahan kimia berbahaya yang terkandung dalam rokok meliputi nikotin, karbon monoksida, hidrogen sianida, benzena, formaldehida, dan arsenik (Kemenkes RI, 2022). Asap rokok saat dihirup, karbon monoksida (CO) akan dibawa oleh aliran darah dan berikatan dengan hemoglobin membentuk COHb, sehingga mengganggu kemampuan darah untuk mengantarkan oksigen ke organ

tubuh (Rizaldi dkk., 2022). Asap rokok mengakibatkan menurunnya fungsi paru sebagai alat pernapasan bagi manusia. Asap rokok tidak hanya membahayakan bagi perokok tetapi juga perokok pasif yang menghirup racun asap rokok dalam jumlah dua kali lebih banyak.

Perokok pasif merupakan orang yang tidak merokok namun berada disekitar perokok aktif dan menghirup asap rokok tersebut. Paparan asap rokok bagi perokok pasif dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernafasaan, penyakit kardiovaskular, hingga meningkatkan risiko kanker. Penyakit kardiovaskular merupakan penyakit yang terjadi akibat penyempitan atau penyumbatan pembuluh darah karena penumpukan lemak, yang dapat menghambat aliran darah menuju jantung dan otak. Penyakit kardiovaskular menjadi penyebab utama kematian dan kesakitan di Indonesia, dengan faktor risiko yang dapat dicegah seperti hipertensi, obesitas, dislipidemia, dan kebiasaan merokok (Ramadhanti dkk., 2024). Asap rokok terdiri dari asap utama dengan 25% kadar berbahaya dan asap sampingan dengan 75% kadar berbahaya. Perokok pasif terpapar pada 75% dari bahan berbahaya tersebut, ditambah sebagian asap yang dihembuskan perokok aktif (Nuraimah dkk., 2024). Ketika asap rokok terhirup pada perokok pasif maka separuh polutan akan masuk pada sistem pernafasaan sehingga dapat membahayakan kesehatan manusia. Perokok pasif memiliki potensi resiko lebih besar terkena penyakit kanker daripada perokok aktif.

Data dari *World Health Organization* (WHO) menunjukkan bahwa tembakau membunuh lebih dari 8 juta orang setiap tahun, dengan lebih dari 7 juta kematian disebabkan oleh penggunaan tembakau secara langsung, sementara sekitar 1,2 juta

kematian terjadi pada bukan perokok yang terpapar asap rokok (World Health Organization, 2023). Sisa-sisa rokok yang ditinggalkan di dalam ruangan menghasilkan zat beracun yang dapat bertahan dalam periode waktu yang panjang, bahkan hingga beberapa dekade, dan kadarnya zat beracun akan terus terakumulasi seiring berjalannya waktu. Hal ini diperparah oleh fakta bahwa aktivitas merokok di sekitar rumah dapat meningkatkan konsentrasi zat berbahaya dalam ruangan secara signifikan, bahkan ketika merokok dilakukan di luar ruangan dengan pintu tertutup (Nuryati dkk., 2024). Asap rokok merupakan salah satu polusi udara yang sangat berbahaya jika berada di dalam ruangan, dan dampaknya menjadi lebih besar karena mayoritas manusia menghabiskan lebih dari 90% waktunya di dalam ruangan (Fakhry & Prasasti, 2023).

Mengutip dari GoodStats, *World Health Organization* (WHO) menyebutkan bahwa jumlah perokok di Indonesia diprediksi mencapai 38,7% dari total penduduk pada tahun 2025 (Yonatan, 2024). Adapun angka tersebut hanya menghitung jumlah perokok berusia 15 tahun ke atas. Indonesia menduduki urutan kelima negara dengan proporsi perokok terbanyak di dunia, dibawah Nauru, Myanmar, Serbia dan Bulgaria. Namun WHO hanya menghitung data perokok yang menggunakan produk dengan kandungan tembakau, baik yang berasap atau tidak, dengan frekuensi pemakaian setiap hari atau hanya kadang-kadang. Namun, proporsi tersebut tidak termasuk perokok yang menggunakan rokok elektrik non tembakau. Menurut data Kementerian Kesehatan (Kemenkes), dalam Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023, jumlah perokok aktif di Indonesia diperkirakan

mencapai 70 juta orang, 7,4% di antaranya masih berusia 10-18 tahun (Kemenkes RI, 2024).

Paparan asap rokok di lingkungan rumah dikenal sebagai *secondhand smoke* (SHS). Data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 menunjukkan prevalensi perokok aktif pada penduduk usia ≥ 15 tahun masih tinggi, bahkan cenderung meningkat pada kelompok usia muda (Kemenkes RI, 2024). Kebiasaan merokok yang dilakukan di dalam rumah menimbulkan risiko paparan asap rokok bagi anggota keluarga lain yang tidak merokok, khususnya anak-anak dan perempuan. *Third-hand smoke* dapat bertahan di rumah selama berbulan-bulan hingga bertahun-tahun setelah aktivitas merokok berhenti (Quintana dkk., 2023). Racun ini terakumulasi pada berbagai material dalam ruangan seperti karpet, pelapis furnitur, gorden, mainan, dan pakaian, yang kemudian menjadi sumber paparan berkelanjutan bagi anak-anak (Quintana dkk., 2023). Gangguan kesehatan secara dini mengakibatkan gangguan kesehatan pada saat dewasa. Setidaknya 40% anak-anak telah menjadi perokok pasif akibat paparan asap rokok di rumah mereka, dan 31% di antaranya meninggal akibat asap rokok yang mereka hirup setiap hari (Andriani dkk., 2023).

Menurut *Global Adult Tobacco Survey* (GATS) Indonesia 2021, sejumlah orang dewasa yang terpapar asap rokok: 74,2% terpapar di restoran, 51,4% di gedung atau kantor pemerintah, 44,8% di tempat kerja dalam ruangan, dan 40,5% di transportasi umum (Kementerian Kesehatan RI & WHO, 2024). Penelitian terbaru dari Universitas Indonesia dan Imperial College London Inggris menunjukkan prevalensi *Second-hand Smoke* (SHS) atau yang dikenal dengan

perokok pasif di dalam rumah di Indonesia sangat tinggi, yakni 78,4% dibandingkan negara-negara lain seperti Cina (48,3%), Bangladesh (46,7%), dan Thailand (46,8%) (Andriani dkk., 2023). Dari data tersebut rumah menjadi lokasi dengan paparan asap rokok tertinggi. Disisi lain, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024, pengeluaran untuk rokok berada di urutan kedua setelah beras dalam struktur konsumsi masyarakat baik di lingkungan pedesaan maupun perkotaan, hal ini menunjukkan bahwa rokok masih menjadi kebutuhan konsumsi utama meskipun bukan barang esensial (BPS, 2024).

Dampak paparan asap rokok diperburuk oleh lingkungan tempat tinggal yang tidak layak huni. Berdasarkan laporan Indikator Perumahan dan Kesehatan Lingkungan 2023 yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), tercatat bahwa lebih dari sepertiga rumah tangga di Indonesia, tepatnya sebesar 36,85%, masih tinggal di rumah yang belum memenuhi standar layak huni (BPS, 2023). Hal ini menunjukan bahwa sekitar 36 hingga 37 dari setiap 100 rumah tangga hidup dalam kondisi hunian rumah yang jauh dari standar kelayakan, sehingga berdampak negatif pada kesehatan dan kesejahteraan penghuninya. Menurut (A'yun dan Umaroh, 2022), polusi udara dalam ruangan bisa 2-10 kali lebih berbahaya dibanding luar ruangan, terutama akibat gas karbon monoksida (CO) dari pembakaran bahan bakar rumah tangga dan minimnya ventilasi. Maka sebab itu kebiasaan merokok di rumah tidak hanya berdampak pada kesehatan fisik anggota keluarga tetapi kesehatan mental dan kualitas hubungan sosial keluarga.

Perempuan dan anak-anak merupakan kelompok yang paling rentan terhadap paparan asap rokok orang lain (*Second-hand Smoke (SHS)*). *Studi Global Burden of*

Disease 2023 mencatat sekitar 2,71 miliar orang di dunia terpapar SHS pada 2023, termasuk 767 juta anak usia 0–14 tahun dan 1,49 miliar perempuan. Paparan ini diperkirakan menyebabkan 1,66 juta kematian prematur secara global, dengan penyakit jantung sebagai penyebab utama (*Global Burden of Disease 2023 Study*, 2026). Menurut Kementerian Kesehatan RI jumlah perokok dalam satu rumah tangga cukup tinggi dan orang-orang yang berada dekat dengan perokok atau perokok pasif memiliki potensi berisiko terkena penyakit yang lebih besar dibandingkan dengan perokok aktif. Anggota keluarga yang tidak merokok tetapi menghirup asap rokok (*second hand smoke*) akan mendapat pengaruh yang tidak menyenangkan dengan risiko menderita penyakit hipertensi, rasa sakit di dada karena kejang jantung (*angina pectoris*), bronkitis kronis, emfisema, dan asma. Anak-anak yang dibesarkan dalam keluarga dimana seorang atau kedua orang tuanya adalah perokok, akan mendapat banyak jenis penyakit, termasuk pneumonia. Kebiasaan merokok di dalam rumah juga berkaitan erat dengan budaya dan pola perilaku masyarakat yang menganggap rokok sebagai bagian dari keseharian, bahkan sering kali terkait dengan kegiatan sosial.

Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut maka perlu dibuat alat untuk mendeteksi asap rokok, memberi peringatan dini, dan mampu mengurangi karbon monoksida (CO) yang dihasilkan oleh asap rokok. Penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler. NodeMCU ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki fitur wifi sehingga dapat terkoneksi pada jaringan internet dan mampu melakukan monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT). *Internet of Things* (IoT) merupakan konsep di mana setiap perangkat

yang terhubung dan berkomunikasi melalui koneksi jaringan internet. Sehingga memungkinkan pengumpulan data serta analisis data secara *real-time* dan cepat. Teknologi ini juga memudahkan akses terhadap data melalui *platform* daring. Rancang bangun deteksi asap rokok dengan ventilasi otomatis dan *exhaust fan* menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai kontrol utama yang terhubung dengan sensor MQ-135 untuk mendeteksi konsentrasi CO di udara. Sensor MQ-135 memiliki kelebihan yaitu rentang deteksi yang lebar, sensitivitas yang tinggi, respon yang cepat, stabil dan usia penggunaan yang panjang. Sensor MQ-135 memiliki fungsi dan cakupan penggunaan yang luas dalam mendeteksi kadar gas di udara yang membahayakan kesehatan dan mencemari lingkungan. Sensor MQ-135 mampu mendeteksi gas seperti gas aseton (CH_3COCH_3), toluena ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$), alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), karbon dioksida (CO_2), amonia (NH_3) dan karbon monoksida (CO).

Konsetrasi karbon monoksida umumnya berada kisaran 20-30 PPM. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/Menkes/Per/V/2011 mengenai Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah, menyebutkan batas maksimum karbon monoksida (CO) di udara dalam ruangan mencapai 9,00 PPM dalam periode waktu paparan 8 jam. *Linear actuator* berfungsi sebagai kontrol utama buka dan tutup ventilasi secara otomatis berdasarkan nilai PPM asap rokok yang terdeteksi. Udara hasil penyaringan akan dikeluarkan menggunakan *exhaust fan* ke lingkungan luar ruangan, sehingga dihasilkan udara bersih di dalam ruangan. Kadar asap rokok dan besarnya kemampuan karbon monoksida aktif menyerap asap rokok yang dimonitori melalui

tampilan LCD, LED hijau, LED merah dan buzzer sebagai indikator berbahaya. Peringatan pada sistem berfungsi indikator dini bagi penghuni rumah bahwa udara di dalam ruangan tersebut berada pada kondisi tidak aman. Melalui pemanfaatan aplikasi Blynk yang terkoneksi pada bot Telegram sehingga sistem mampu memberikan notifikasi secara *real time*.

Dengan adanya sistem ini diharapkan mampu mengurangi tingkat paparan asap rokok di dalam rumah, meskipun masih terdapat perokok aktif di dalam rumah tersebut, sehingga kualitas udara pada ruangan tetap terjaga dan lebih sehat bagi perokok pasif ataupun anggota keluarga. Maka dari itu sistem ini hanya berfokus padapada pengendalian kualitas udara di dalam rumah untuk mendeteksi dan mengurangi konsentrasi polutan pada asap rokok. Sebagai upaya untuk mengurangi resiko kesehatan bagi perokok pasif, tanpa membatasi atau mengatur aktivitas merokok secara langsung. Sistem ini dapat menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan manusia. Berdasarkan dari latar tersebut maka penulis melakukan penelitian ekperimental dengan judul **“Rancang Bangun *Smoke Detector* Dan Ventilasi Otomatis Berbasis IOT Dengan Metode *Prototype*”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari pemasalahan pada latar belakang, adapun suatu rumusan permasalahan yaitu:

1. Bagaimana merancang *prototype* pendeteksi dan pengontrol *smoke detector* berbasis IoT pada ruangan tertutup ?

2. Bagaimana efektivitas sistem *smoke detector* dan ventilasi otomatis dalam memulikan kualitas udara pada ruangan tertutup?
3. Bagaimana mekanisme ventilasi otomatis dalam mengurangi paparan asap rokok ?

1.3 Batasan Masalah

Terdapat batasan masalah dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain sebagai berikut yaitu:

1. Penelitian berfokus pada rancangan *prototype* sederhana dari deteksi asap rokok dan ventilasi otomatis berbasis IOT.
2. Penelitian berfokus pada lingkup ruangan tertutup berukuran 5 m × 2 m (luas 10 m²),
3. Jenis asap yang dideteksi dibatasi pada asap rokok konvensional (kretek/filter), tidak mencakup asap rokok elektrik (vape) atau jenis asap dan gas Jenis asap yang dideteksi dibatasi pada asap rokok konvensional (kretek/filter), tidak mencakup asap rokok elektrik (vape) atau jenis asap lainnya
4. Penelitian hanya menggunakan sensor dan teknologi IoT yang sudah umum digunakan. Tidak mencakup penggunaan teknologi yang inovatif dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang *prototype smoke detector* dan ventilasi otomatis berbasis IoT pada ruangan tertutup

2. Mengetahui efektivitas sistem *smoke detector* dan ventilasi otomatis dalam memulihkan kualitas udara pada ruangan tertutup akibat paparan asap rokok.
3. Mengetahui mekanisme kerja ventilasi otomatis dalam mengurangi paparan asap rokok pada ruangan tertutup.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat pada pengembangan teknologi terutama pada bidang *Internet of Things*. Terutama pada rancang bangun deteksi asap rokok dengan terintegrasi ventilasi otomatis dan penyaringan udara melalui *exhaust fan*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi pada penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Praktis

Teknologi ini diharapkan dapat menjadi suatu solusi yang mampu mendeteksi, memberikan peringatan dan pengendali untuk rancang bangun deteksi asap rokok dengan ventilasi otomatis dan *exhaust fan* pada ruangan tertutup. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai contoh dalam mengimplementasikan teknologi pada bidang IoT.