

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kelembapan relatif (RH) merupakan parameter lingkungan krusial yang sering diabaikan dalam pembahasan kualitas udara dalam dan luar ruangan. RH didefinisikan sebagai jumlah uap air yang terdapat di udara, dinyatakan sebagai persentase dari jumlah yang dibutuhkan untuk mencapai saturasi pada suhu yang sama. RH berperan penting dalam menjaga kesehatan lingkungan dalam ruangan dengan mengatur tingkat kelembapan dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme berbahaya (Guarnieri *et al.*, 2023).

Menurut Wimalasena (2021), hasil penelitian yang dilakukan dalam jurnal *International Journal of Environmental Research and Public Health* menunjukkan bahwa ventilasi yang buruk dan kelembapan tinggi merupakan dua faktor paling signifikan yang meningkatkan risiko penyakit pernapasan, seperti asma, bronkitis, dan infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Hasil tinjauan terhadap lebih dari 80 penelitian internasional menunjukkan bahwa rumah yang lembab dan tidak memiliki ventilasi yang baik memiliki kemungkinan dua hingga tiga kali lebih besar menyebabkan gangguan pernapasan dibandingkan rumah dengan ventilasi memadai (Wimalasena *et al.*, 2021). Udara yang terperangkap di dalam rumah menyebabkan peningkatan kadar CO₂, pertumbuhan jamur seperti *Aspergillus* dan *Penicillium*, serta akumulasi alergen yang memperburuk kondisi paru, terutama pada anak-anak dan lansia.

World Health Organization (WHO) menegaskan bahwa menjaga kelembapan ruangan agar tidak berlebih merupakan langkah paling penting dalam mencegah gangguan kesehatan akibat paparan mikroba di udara. Kelembapan yang tinggi di dalam ruangan sering disebabkan oleh ventilasi yang buruk, kebocoran air, atau kurangnya isolasi termal pada dinding dan atap bangunan (WHO, 2023). Dalam hal ini, kelembapan yang terlalu rendah dapat menyebabkan kulit kering, sedangkan kelembapan yang terlalu tinggi dapat memicu tumbuhnya jamur (Dinanti *et al.*, 2025). Ketika kondisi lembab ini dibiarkan, jamur akan tumbuh dan melepaskan spora serta senyawa organik

volatil yang mencemari udara, menyebabkan iritasi, infeksi saluran napas, hingga alergi. Selain aspek kesehatan, WHO juga menegaskan bahwa udara bersih dalam ruangan merupakan hak dasar manusia karena sebagian besar aktivitas manusia dilakukan di dalam bangunan seperti rumah, sekolah, kantor, dan fasilitas kesehatan. Oleh karena itu, upaya pengendalian kelembapan dan ventilasi ruangan perlu dilakukan melalui perancangan bangunan yang baik, pemeliharaan rutin, serta kebijakan kesehatan lingkungan yang sesuai dengan kondisi iklim setempat. WHO menegaskan bahwa rumah dengan kelembapan relatif di atas 60% berisiko tinggi mengalami pertumbuhan jamur yang menghasilkan spora dan mikotoksin berbahaya. Spora jamur ini dapat menyebabkan reaksi alergi, asma, dan infeksi paru. Dalam pedoman *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould*, dijelaskan bahwa hubungan antara kelembapan berlebih dan penyakit pernapasan sudah terbukti secara epidemiologis di berbagai negara tropis dan subtropis (WHO, 2023).

Di Indonesia, dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2024 Tentang Kesehatan Lingkungan. Permenkes tersebut juga membahas Udara Dalam Ruang di lingkungan Pemukiman, yaitu ruangan harus memenuhi persyaratan kesehatan agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan bagi masyarakat, khususnya orang yang ada di dalam ruangan, bahwa terdapat sirkulasi dan pertukaran udara, terhindar dari paparan asap, tidak berbau tidak sedap dan terbebas dari debu. Ketentuan ini menunjukkan pentingnya ventilasi alami dan mekanis untuk menjaga kenyamanan termal dan menghindari risiko penyakit akibat udara lembab dan pengap. Hal tersebut juga sejalan dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1077/MENKES/PER/V/2011 (Hasibuan et al., 2020) tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah, yang menekankan bahwa kualitas udara di dalam ruangan harus memenuhi persyaratan kualitas udara ruangan rumah yang meliputi persyaratan fisik, kimia dan biologi.

Hubungan suhu dan kelembapan, yaitu ketika suhu udara meningkat maka kelembapan udara secara perlahan akan menurun, begitu sebaliknya ketika

suhu udara menurun maka kelembapan udara akan meningkat (Hasibuan et al., 2020). Dalam jurnal (Sari, 2021) menjelaskan bahwa peningkatan suhu rata-rata di wilayah tropis berdampak pada kenaikan *Temperature Humidity Index* (THI), di mana apabila suhu udara melebihi 27°C dan kelembapan di atas 70%, maka tingkat kenyamanan termal manusia akan menurun karena penguapan keringat tidak berjalan optimal.

Berdasarkan data dari Dinas kesehatan Provinsi Sumatera Utara terjadi sebanyak 669.835 kasus ISPA pada periode Januari-September 2025 dan menunjukkan tren kenaikan kasus ISPA sebesar 15,3% (102.687 kasus) pada bulan Juli 2025, pada semua usia seperti balita, anak, dewasa dan lansia. Di kabupaten karo tahun 2025 yaitu mengalami kenaikan kasus ISPA, dimana pada minggu epidemiologi minggu ke-12 sebanyak 290, minggu ke-22 sebanyak 307, minggu ke-32 sebanyak 396, minggu ke-42 sebanyak 583, Penyakit ISPA ini juga yang termasuk 10 besar penyakit terbesar akibat dari kelembapan di daerah Karo. Menurut Akmal, kelembapan di dalam rumah merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kejadian penyakit ISPA. Kelembapan ini sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri dan jamur penyebab infeksi saluran pernafasan akut, pertumbuhan dan perkembangbiakan membutuhkan suhu dan kelembapan yang optimal (Setiawan *et al.*, 2011).

Pemukiman merupakan lingkungan hunian yang berfungsi sebagai tempat tinggal dan tempat berlangsungnya aktivitas kehidupan sehari-hari. Dalam hal itu, indekos dapat dipahami sebagai salah satu bentuk hunian dalam lingkungan pemukiman karena digunakan sebagai tempat tinggal sementara oleh penghuninya, terutama mahasiswa. Meskipun bersifat sementara dan umumnya disewa dalam jangka waktu tertentu, indekos tetap menjadi ruang tinggal yang digunakan untuk beristirahat, belajar, berinteraksi sosial, dan melakukan aktivitas harian. Oleh karena itu, indekos perlu memenuhi syarat kesehatan lingkungan ruang tinggal, seperti ventilasi yang memadai, pencahayaan alami, sirkulasi udara yang baik, suhu, kelembapan, serta kebersihan lingkungan. Kondisi indekos dengan ventilasi terbatas, pencahayaan alami yang kurang, dan sirkulasi udara yang tidak optimal dapat menyebabkan peningkatan kelembapan

udara di dalam kamar. Kelembapan yang melebihi baku mutu dapat berpotensi menurunkan kenyamanan penghuni, mengganggu kualitas udara dalam ruang, serta mendukung pertumbuhan mikroorganisme seperti jamur, bakteri dan virus yang dapat meningkatkan resiko gangguan pernapasan dan alergi. Oleh karena itu, penting untuk memahami dan menganalisis tingkat kelembapan udara di lingkungan indekos dan dampaknya terhadap kenyamanan penghuninya. (Suwarna *et al.*, 2025).

Kabanjahe berada di dataran tinggi tepatnya di daerah kabupaten Karo. Letak geografis Kabupaten Karo terletak pada ketinggian 1.000-1.3000 Meter di atas permukaan laut (BPS, 2025). Menurut Ma'ruf dan Handoko, tingkat kelembapan udara pada suatu wilayah dipengaruhi oleh kondisi geografis dan karakteristik lingkungannya, sehingga nilai kelembapan dapat berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain intensitas radiasi matahari yang diterima permukaan bumi, pengaruh wilayah laut dan daratan, pola pergerakan angin, serta ketinggian tempat (Ma'ruf *et al.*, 2025). Berdasarkan data BMKG, Kabupaten Karo memiliki kelembapan udara relatif yang umumnya berada di atas 60%. Kondisi kelembapan yang cukup tinggi tersebut menjadi salah satu alasan dalam pemilihan lokasi penelitian ini, karena dinilai sesuai dengan tujuan penelitian yang berkaitan dengan pengukuran dan pengendalian kelembapan udara.

Perkembangan teknologi di bidang pengendalian kualitas udara dalam ruangan telah mendorong pengembangan berbagai inovasi, salah satunya dengan penggunaan dehumidifier otomatis untuk mengatasi permasalahan kelembapan pada ruang tertutup. Penerapan teknologi tersebut seperti yang dilakukan oleh Demolingo *et al.* (2025) yang menggunakan *Airsmart* sebagai dehumidifier otomatis berbasis mikrokontroler untuk menurunkan kelembapan udara pada hunian indekos secara *real-time*. Sebagai pengembangan dari penelitian tersebut, dirancanglah dehumidifier dengan sensor otomatis *Humidity Controller* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau suhu dan kelembapan udara secara *real-time* dengan pembaruan data setiap satu menit, serta dapat mengaktifkan dan menonaktifkan dehumidifier secara

otomatis ketika tingkat kelembapan udara melebihi atau telah mencapai ambang batas sesuai dengan Standar Permenkes Nomor 2 Tahun 2023. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada pengujian kinerja alat, sedangkan penelitian ini mencakup tahapan perancangan, pengembangan, dan pengujian alat dengan kebutuhan komponen *hardware* yang berbeda, sehingga penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penerapan teknologi kesehatan lingkungan untuk mendukung terciptanya hunian indekos yang lebih sehat.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana efektivitas Dehumidifier dengan Sensor otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam penurunan kelembapan pada indekos di wilayah Gung Negeri Kecamatan Kabanjahe Kabupaten Karo ?”

C. Tujuan Penelitian

C.1.Tujuan Umum

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pemantauan dan penurunan kelembapan udara berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan sensor otomatis *Humidity Controller* yang dihubungkan dengan alat penurunan kelembapan dehumidifier untuk menurunkan udara yang lembab pada indekos di Kelurahan Gung Negeri Kecamatan Kabanjahe Kabupaten Karo.

C.2.Tujuan Khusus

1. Merancang sensor yang dihubungkan dengan alat penurunan otomatis dehumidifier agar menurunkan tingkat kelembapan pada indekos.
2. Merancang sensor suhu dan kelembapan yang dihubungkan dengan IoT untuk memantau dan menampilkan data secara visual melalui grafik dan indikator warna agar data suhu dan kelembapan dapat dipantau secara real-time melalui perangkat digital.
3. Membandingkan hasil pengukuran sensor kelembapan udara sebelum dan sesudah diberikan alat penurunan kelembapan (dehumidifier) pada

indekos di Kelurahan Gung Negeri Kabupaten Karo yang berada di wilayah dataran tinggi.

D. Manfaat Penelitian

D.1 Manfaat Bagi Tenaga Kesehatan

Tenaga Kesehatan bisa melakukan pengawasan terhadap faktor lingkungan yang berisiko menimbulkan gangguan kesehatan akibat kelembapan udara berlebih. Selain itu, membantu tenaga kesehatan dalam memanfaatkan teknologi dengan menggunakan IOT (*Internet of Things*) sebagai alat pendukung untuk pemantauan kondisi udara dan peningkatan efektivitas upaya pencegahan penyakit berbasis lingkungan.

D.2 Manfaat Bagi Masyarakat

Penelitian ini bertujuan meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kelembapan dan suhu ruangan yang seimbang. Dengan adanya teknologi yang menggunakan IOT (*Internet of Things*), masyarakat diharapkan mampu memantau kondisi udara di tempat tinggal mereka, mencegah gangguan kesehatan akibat lingkungan lembab, serta menciptakan rumah yang lebih sehat dan nyaman.

D.3 Manfaat Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan atau Akademis

Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa dan peneliti lain dalam bidang kesehatan lingkungan serta teknologi terapan, khususnya yang berhubungan dengan penurunan kelembapan udara dan pemantauan kualitas lingkungan pada ruang tertutup.