

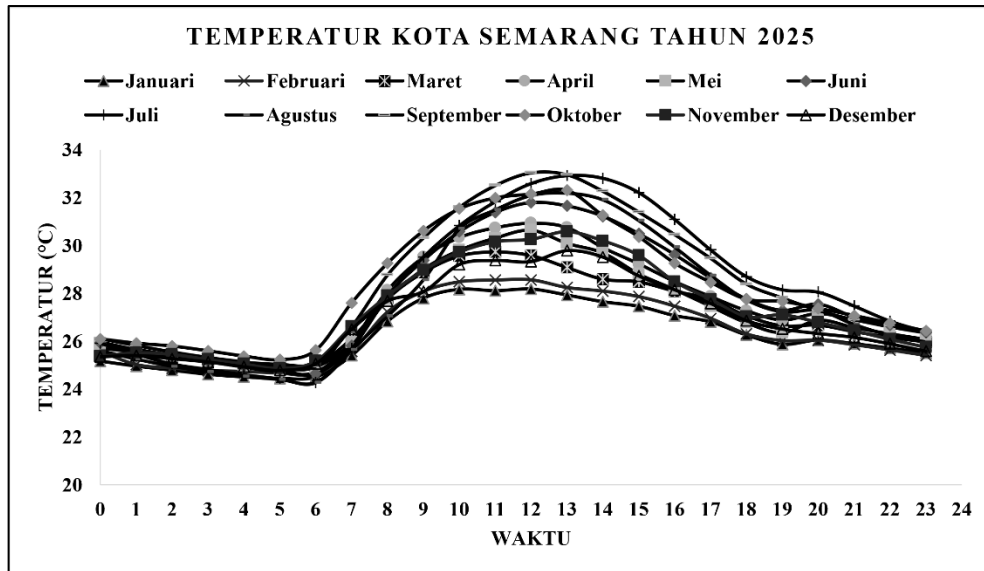
# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

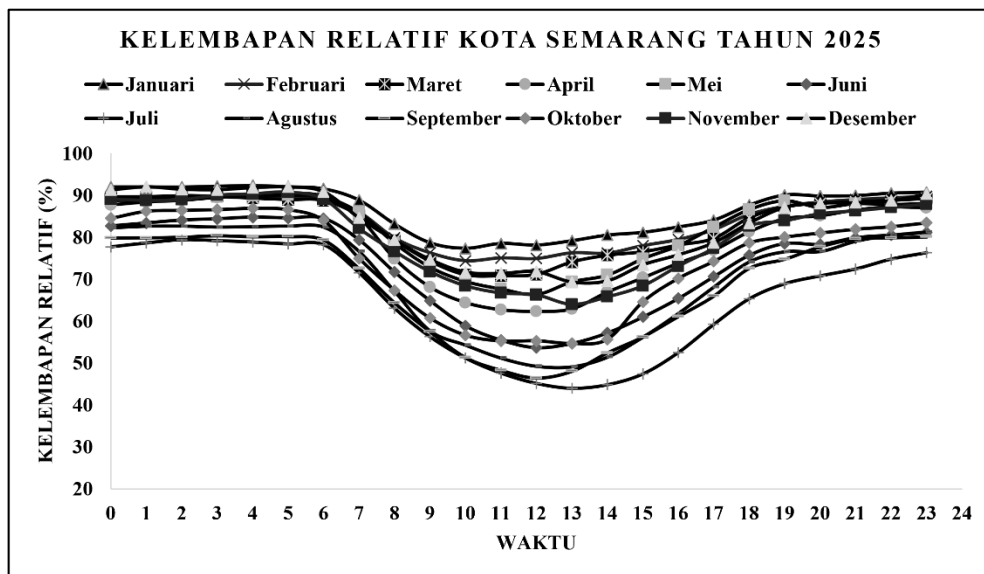
Tingginya kelembapan udara di wilayah tropis seperti Indonesia menuntut adanya sistem dehumidifikasi yang efektif. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah *dehumidifier* berbasis *desiccant* yang menyerap uap air dari udara. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan rancang bangun *test bed dehumidifier* berbasis *desiccant* dengan *heater* listrik sebagai media pengujian eksperimental untuk menganalisis performa sistem pada skala laboratorium.

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di antara 6°LU–11°LS dan dilintasi garis khatulistiwa sehingga memiliki iklim tropis. Letak geografisnya yang berada di antara Benua Asia dan Australia serta dipengaruhi oleh sistem angin muson menyebabkan Indonesia mengalami dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau (Sari, Zahriah dan Zuhrina, 2021). Sebagai kota pesisir di bagian utara Pulau Jawa, Kota Semarang turut dipengaruhi oleh karakteristik iklim tropis tersebut. Kondisi iklimnya, khususnya temperatur dan kelembapan udara, berfluktuasi mengikuti pergantian musim maupun siklus harian akibat perubahan intensitas radiasi matahari. Karakteristik cuaca lokal tersebut dapat diamati melalui data pengamatan iklim harian Kota Semarang.



**Gambar 1.1** Kondisi temperatur udara Kota Semarang pada tahun 2025  
(Sumber: Open-Meteo, 2025)



**Gambar 1.2** Kondisi kelembapan relatif udara Kota Semarang pada tahun 2025  
(Sumber: Open-Meteo, 2025)

Berdasarkan Gambar 1.1 dan Gambar 1.2 yang diolah dari data cuaca historis Open-Meteo tahun 2025, temperatur dan kelembapan relatif udara di Kota Semarang

menunjukkan hubungan berbanding terbalik. Temperatur harian berkisar 24 - 33°C, dengan nilai tertinggi terjadi pada bulan Juli dan September yang mencapai lebih dari 33°C. Sebaliknya, kelembapan relatif berkisar 40 - 90%, dengan nilai tertinggi pada bulan Januari dan Desember, serta terendah pada bulan September dan Oktober. Pola ini menunjukkan bahwa Kota Semarang mengalami fluktuasi temperatur dan kelembapan yang cukup signifikan akibat siklus harian dan perubahan musim.

Pola tersebut menunjukkan bahwa Kota Semarang memiliki tingkat kelembapan udara yang relatif tinggi sehingga menjadi tantangan bagi lingkungan hunian maupun sektor industri. Kelembapan berlebih dapat mempercepat kerusakan material, menurunkan kualitas produk, serta mengurangi kenyamanan dan kualitas udara dalam ruangan. Seiring meningkatnya aktivitas di ruang tertutup, kualitas udara dalam ruang (*indoor air quality*) menjadi aspek penting yang berkaitan dengan kesehatan, efisiensi kerja, dan produktivitas (Fu dan Liu, 2017). Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendalian kelembapan yang efektif untuk menjaga kondisi lingkungan tetap nyaman, aman, dan mendukung proses produksi.

Penelitian Asa, Yuniarto, dan Muchammad (2024) menunjukkan bahwa sistem dehumidifikasi berbasis *silica gel* mampu menurunkan *humidity ratio* sebesar 0,005-0,011 kg/kg udara kering, dengan kinerja yang dipengaruhi oleh temperatur regenerasi dan kondisi operasi. Namun, sistem *desiccant dehumidifier* masih menghadapi tantangan dalam pengendalian temperatur regenerasi, efisiensi energi, dan kestabilan kinerja material. Proses regenerasi umumnya berlangsung pada suhu 80-120 °C, dengan penurunan kelembapan udara proses sekitar 30-50% bergantung pada kondisi operasi dan jenis *desiccant*, sedangkan Ibrahim, et al. (2025) menunjukkan bahwa *silica gel* biru telah mampu diregenerasi pada temperatur yang lebih rendah, yaitu 50

- 90°C. Hal ini menunjukkan potensi penggunaan *silica gel* biru untuk menghasilkan sistem dehumidifikasi yang lebih hemat energi.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan *test bed dehumidifier* berbasis *silica gel* dengan *heater* listrik yang mampu mengendalikan temperatur regenerasi secara presisi dan memantau kondisi operasi secara *real time*. Pengembangan *test bed* ini diharapkan menghasilkan data eksperimen yang valid untuk mengevaluasi pengaruh temperatur regenerasi dan laju aliran udara terhadap kinerja sistem, sekaligus menjadi dasar pengembangan *dehumidifier* yang lebih efektif, hemat energi, dan sesuai dengan kondisi iklim tropis Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang teridentifikasi pada proyek akhir ini adalah:

1. Bagaimana perancangan dan implementasi *test bed dehumidifier desiccant* yang terintegrasi dengan pengendalian temperatur regenerasi yang presisi dan akurat untuk kondisi iklim tropis Indonesia?
2. Bagaimana pengaruh variasi temperatur regenerasi terhadap kinerja *test bed dehumidifier* yang ditinjau berdasarkan penurunan kelembapan relatif, *Moisture Removal Capacity* (MRC), *Moisture Regeneration Rate* (MRR), efektivitas dehumidifikasi, *Dehumidification Coefficient of Performance* (DCOP), *Specific Energy Consumption* (SEC), serta konsumsi daya *heater*?
3. Bagaimana kinerja sistem *dehumidifier* berdasarkan data pengujian eksperimental yang diperoleh melalui instrumentasi dan akuisisi data secara *real time*?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dimaksudkan untuk membatasi lingkup dalam pengkajian objek proyek akhir. Batasan masalah disebutkan sebagai berikut.

1. Sistem yang diteliti merupakan test bed dehumidifier berbasis rotating desiccant wheel dengan *silica gel* biru sebagai material adsorben dan *heater* sebagai sumber panas regenerasi.
2. Penelitian difokuskan pada rancang bangun, fabrikasi, dan pengujian awal test bed skala laboratorium.
3. Variabel bebas penelitian adalah temperatur regenerasi pada set point 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C, dan 65°C.
4. Evaluasi kinerja sistem dibatasi pada parameter penurunan kelembapan absolut, *Moisture Removal Capacity* (MRC), *Moisture Regeneration Rate* (MRR), efektivitas dehumidifikasi, *Dehumidification Coefficient of Performance* (DCOP), *Specific Energy Consumption* (SEC), dan konsumsi daya *heater*.

### 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan membangun *test bed dehumidifier desiccant* dengan sistem pengendalian suhu adsorpsi yang mampu menurunkan kelembapan relatif udara dengan kisaran 50 – 60% menjadi 35% dengan kenaikan suhu udara dari kisaran 33°C menjadi kisaran 36°C.
2. Menganalisis pengaruh variasi temperatur regenerasi terhadap kinerja *test bed dehumidifier* berdasarkan penurunan kelembapan absolut, *Moisture Removal*

*Capacity* (MRC), *Moisture Regeneration Rate* (MRR), efektivitas dehumidifikasi, *Dehumidification Coefficient of Performance* (DCOP), *Specific Energy Consumption* (SEC), serta konsumsi daya *heater*.

3. Mengevaluasi kinerja sistem *dehumidifier* berdasarkan data hasil pengujian eksperimental yang diperoleh melalui sistem instrumentasi dan akuisisi data secara *real time*.

## **1.5 Luaran**

Luaran dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Sistem *test bed dehumidifier* berbasis *heater* listrik yang dapat digunakan untuk eksperimen lanjutan.
2. Data hasil pengujian awal mengenai performa dehumidifikasi sistem.
3. Dokumentasi desain, spesifikasi teknis, serta analisis hasil pengujian.
4. Luaran Hak Kekayaan Intelektual berupa pendaftaran hak cipta atas desain dan dokumentasi *test bed dehumidifier*.
5. Laporan tugas akhir untuk memenuhi syarat kelulusan.
6. Artikel jurnal ilmiah.

## **1.6 Sistematika Penulisan Laporan**

Untuk memenuhi kaidah penulisan ilmiah, laporan proyek akhir ditulis dalam 5 bab berurutan. Bab-bab tersebut meliputi:

### **1.6.1 BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, luaran, dan sistematika penulisan laporan.

### **1.6.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi landasan teori mengenai teknologi pengendalian kelembapan, jenis-jenis *dehumidifier*, rumus perhitungan, dan jenis material *desiccant*.

### **1.6.3 BAB III PROSEDUR PELAKSANAAN PROYEK AKHIR**

Bab ini berisi diagram alir, studi literatur, desain, kalkulasi desain, alat dan bahan, variabel penelitian, serta prosedur pengujian *test bed* hingga penyusunan laporan.

### **1.6.4 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi hasil dan pembahasan mengenai data yang didapatkan dari pengujian pada proses proyek akhir.

### **1.6.5 BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan hasil penelitian yang telah dibahas dan saran perbaikan mengenai kekurangan pada proyek akhir untuk penelitian/pengembangan selanjutnya.