

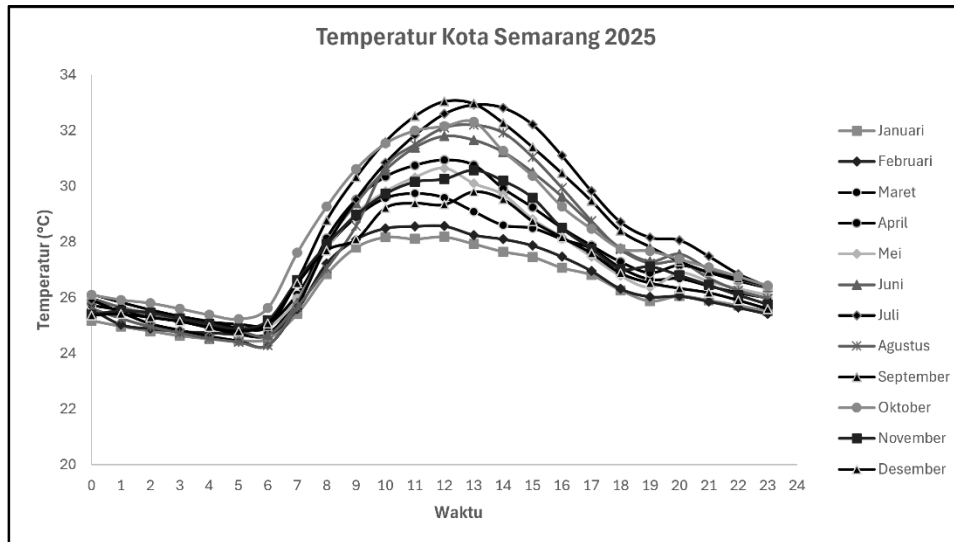
BAB I

PENDAHULUAN

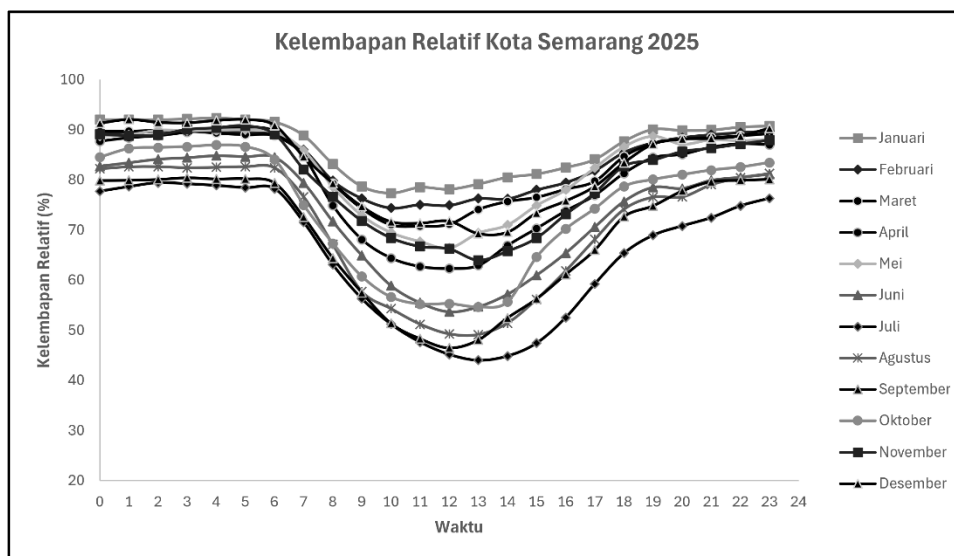
Tingginya kelembapan udara di wilayah tropis seperti Indonesia menuntut adanya sistem dehumidifikasi yang efektif dan efisien. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah *dehumidifier* berbasis *desiccant* yang menyerap uap air dari udara. Oleh karena itu, dilakukan rancang bangun *test bed dehumidifier* berbasis *desiccant* dengan *heater* 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 Zuhriana, 2021). Sebagai kota pesisir di bagian utara Pulau Jawa, Kota Semarang turut dipengaruhi oleh karakteristik iklim tropis tersebut. Karakteristik cuaca lokal tersebut dapat diamati melalui data pengamatan iklim harian Kota Semarang.



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



Gambar 1.2 Kondisi kelembapan relatif Kota Semarang 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 perubahan 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.

Berbagai teknologi telah dikembangkan untuk mengurangi kelembapan udara, seperti *dehumidifier* berbasis refrigerasi, sistem *heating, ventilation, and air conditioning* (HVAC), serta *desiccant dehumidification*. Dibandingkan sistem berbasis pendinginan, *dehumidifier desiccant* bekerja dengan menyerap uap air menggunakan material adsorben, seperti *silica gel*, sehingga lebih sesuai untuk lingkungan dengan kelembapan tinggi dan tidak bergantung pada proses kondensasi.

Penelitian Asa, Yunianto, 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 temperatur 80–120°C, dengan penurunan kelembapan udara proses sekitar 30–50% bergantung pada kondisi operasi dan jenis *desiccant*.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan *Test Bed Dehumidifier* berbasis *silica gel* dengan *heater* 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 efisien, hemat energi, dan sesuai dengan kondisi iklim tropis Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang teridentifikasi pada rancang bangun *test bed dehumidifier* ini adalah sebagai berikut.

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 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. 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* putih 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*.
5. Penelitian tidak mencakup analisis perpindahan panas secara rinci, seperti penentuan koefisien perpindahan panas, distribusi temperatur pada *desiccant wheel*, maupun analisis numerik perpindahan panas dan massa.
6. Sumber energi listrik sistem berasal dari suplai PLN tanpa analisis keandalan dan kualitas daya.

7. Dimensi desiccant wheel ditentukan berdasarkan keterbatasan ruang yang tersedia pada lokasi pengujian sehingga proses perancangan sistem diawali dengan penentuan volume wheel sebagai dasar perhitungan komponen lainnya.
8. Kapasitas heater yang digunakan disesuaikan dengan ketersediaan daya listrik pada lokasi pengujian sehingga temperatur regenerasi yang diuji dibatasi pada rentang 40–65°C.

1.4 Tujuan

Berdasarkan pada proyek akhir yang akan dilakukan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan membangun *test bed dehumidifier desiccant* dengan sistem pengendalian temperatur adsorpsi yang mampu menurunkan kelembapan relatif udara dengan kisaran 60-70% menjadi 45% dengan kenaikan temperatur udara dari kisaran 32°C menjadi kisaran 37°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

Penelitian ini menghasilkan beberapa luaran sebagai bentuk implementasi dari tujuan yang telah ditetapkan 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 dijelaskan sebagai berikut.

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 *sizing*, dan jenis material *desiccant*.

1.6.3 BAB III PROSEDUR PELAKSANAAN PROYEK AKHIR

Bab ini berisi prosedur pengerjaan dan diagram alir, metodologi, perencanaan rancang bangun, kalkulasi, serta langkah-langkah pengambilan data.

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-saran perbaikan mengenai kekurangan pada proyek akhir ini untuk penelitian ataupun pengembangan selanjutnya.