

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa poin utama sebagai berikut:

1. Akurasi Sensor: Sensor DHT22 terbukti memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk diterapkan pada sistem ini, dengan rata-rata galat relatif (error) hanya sebesar 1,26% setelah dibandingkan dengan alat ukur standar (Thermo-Hygrometer).
2. Optimasi Parameter PID: Melalui metode trial and error, kombinasi parameter $K_p = 10$, $K_i = 0,3$, dan $K_d = 250$ (Percobaan Keempat) memberikan performa terbaik dengan waktu stabilisasi (settling time) tercepat, yaitu sekitar 500 detik untuk mencapai setpoint 50°C secara stabil.
3. Efisiensi Durasi: Durasi pengeringan sistem memiliki korelasi linier yang positif dengan tingkat kelembapan awal helm, di mana semakin tinggi kadar air awal, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai batas kering 40%. Hal ini dibuktikan dengan waktu pengeringan yang menurun secara signifikan dari 30 menit 30 detik (pada kelembapan 97%), menjadi 19 menit 27 detik (pada kelembapan 87%), hingga mencapai waktu tercepat 15 menit 55 detik (pada kelembapan 77%).
4. Efektivitas Sistem: Sistem pengering menunjukkan kinerja yang stabil dan efektif melalui tiga fase utama, yaitu fase evaporasi cepat untuk menghilangkan air bebas, fase transisi saat air mulai terikat pada material busa, dan fase stabilisasi akhir. Pola penurunan ini yang membuktikan bahwa sistem pemanas dan sirkulasi udara mampu mengeringkan helm secara efektif dari berbagai tingkat kelembapan.

6.2 Saran

Untuk pengembangan alat lebih lanjut di masa mendatang, berikut adalah beberapa saran yang dapat dipertimbangkan:

1. Reduksi Overshoot: Meskipun sistem sudah stabil, masih terdapat overshoot awal sebesar $\pm 3^{\circ}\text{C}$ hingga $\pm 4^{\circ}\text{C}$. Disarankan untuk melakukan penyesuaian lanjutan pada nilai K_p (dikurangi sedikit) atau menggunakan metode auto-tuning agar respon suhu mencapai target dengan lebih halus sejak awal proses.
2. Pengembangan Sistem Monitoring (IoT): Mengintegrasikan sistem dengan teknologi Internet of Things (IoT) agar pengguna dapat memantau status kelembapan dan suhu secara jarak jauh melalui aplikasi smartphone.
3. Penyempurnaan Desain: Menggunakan material bodi yang lebih ringan namun tahan panas (seperti plastik ABS atau plat logam ringan) untuk meningkatkan portabilitas dan durabilitas alat dibandingkan bahan triplek.
4. Fitur Tambahan: Menambahkan fitur sterilisasi seperti lampu Ultraviolet (UV-C) untuk membantu membunuh bakteri dan jamur secara lebih efektif selama proses pengeringan.