

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, fabrikasi, pengujian, dan analisis kinerja sistem *heat pump* sebagai penyedia udara pengering ceri kopi skala laboratorium, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dirancang dan dibuat *prototype* sistem *heat pump* sebagai penyedia udara pengering ceri kopi skala laboratorium dengan mengintegrasikan sistem kompresi uap dan *Air Handling Unit* (AHU).
2. Sistem yang dibuat mampu bekerja dengan memanfaatkan kondensor sebagai sumber panas untuk meningkatkan temperatur udara pengering serta evaporator untuk membantu proses pengurangan kandungan uap air pada udara.
3. *Prototype heat pump* mampu menghasilkan kondisi udara keluar yang lebih sesuai untuk proses pengeringan dibandingkan kondisi udara lingkungan. Berdasarkan hasil pengujian, udara keluar *heat pump* memiliki temperatur sebesar 45 – 48°C, kelembapan relatif (*RH*) sebesar 19%, dan kecepatan udara sebesar 1 m/s. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan udara panas dengan kelembapan rendah yang berpotensi digunakan sebagai media pengering.
4. Sistem *heat pump* berhasil meningkatkan kemampuan udara dalam membawa uap air selama proses pengeringan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan nilai *RH* udara dari kondisi masuk sebesar 51 – 54% menjadi sekitar 19% pada sisi keluar *heat pump*. Penurunan *RH* tersebut menunjukkan bahwa proses pemanasan udara oleh kondensor mampu meningkatkan kapasitas udara untuk menyerap kandungan air dari bahan yang dikeringkan.
5. Hasil pengujian menunjukkan bahwa performa sistem telah mendekati target perancangan udara pengering, yaitu menghasilkan temperatur udara pada rentang 40 – 45°C. Namun, nilai *RH* aktual yang diperoleh lebih rendah dibandingkan target desain awal 25 – 30%, sehingga menunjukkan bahwa proses dehumidifikasi pada sistem berlangsung lebih tinggi dari perkiraan desain.

6. Berdasarkan hasil analisis karakteristik udara menggunakan diagram psikrometrik, sistem *heat pump* mampu mengubah kondisi udara dari udara lingkungan menjadi udara pengering dengan temperatur lebih tinggi dan kelembapan lebih rendah. Perubahan kondisi udara tersebut menunjukkan bahwa integrasi *heat pump* dengan AHU dapat digunakan sebagai metode pengondisian udara untuk aplikasi pengeringan ceri kopi.

Meskipun sistem telah mampu menghasilkan udara pengering sesuai kebutuhan temperatur, masih terdapat beberapa faktor yang memengaruhi kestabilan performa sistem, terutama distribusi panas yang belum sepenuhnya merata akibat hambatan perpindahan panas antara permukaan pemanas, aliran udara, dan ruang pengering.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian *prototype heat pump*, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Melakukan optimasi pada sistem refrigerasi, terutama pada pemilihan dan pengaturan katup ekspansi agar laju aliran massa refrigeran dapat mendekati nilai desain dan meningkatkan kapasitas perpindahan kalor.
2. Meningkatkan efektivitas kondensor dan evaporator dengan melakukan perbaikan desain penukar kalor sehingga proses pemanasan dan dehumidifikasi udara dapat berlangsung lebih optimal.
3. Menambahkan *heater* untuk memastikan temperatur udara keluar pompa kalor dan *RH* konstan, tetapi dengan memperhatikan *boundary layer* dari kondensor.
4. Melakukan pengujian lebih lanjut dengan variasi kondisi operasi untuk memastikan sistem mampu mempertahankan temperatur 40–45 °C, kelembapan relatif 25–30%, dan kecepatan udara 1 m/s secara stabil.
5. Melakukan penyempurnaan pada sistem kontrol dan instrumentasi dengan menambahkan sensor serta sistem *monitoring* otomatis untuk temperatur, kelembapan, tekanan, dan kecepatan udara.
6. Melakukan pengujian langsung terhadap proses pengeringan ceri kopi menggunakan *prototype heat pump* untuk mengetahui pengaruh kondisi

udara pengering terhadap waktu pengeringan dan kualitas hasil pengeringan.

7. Melakukan evaluasi terhadap konsumsi energi sistem untuk mengetahui nilai efisiensi atau *Coefficient of Performance* (COP) sehingga kinerja *prototype* dapat dianalisis secara lebih menyeluruh