

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental pada pengujian heat exchanger shell and tube dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada shell and tube heat exchanger pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  *flowrate* 0,22 kg/s dan  $70^{\circ}\text{C}$  *flowrate* 0,22kg/s , nilai efisiensi berdasarkan metode NTU (*Number of Transfer Units*) sebesar 49% dan 48,56%, serta nilai efektivitas berdasarkan metode LMTD (Log Mean Temperature Difference) sebesar 46% dan 44 %. Berdasarkan hasil tersebut, kinerja heat exchanger masih berada pada kisaran efisiensi sedang, sehingga menunjukkan bahwa kinerja sistem dapat ditingkatkan. Untuk  $60^{\circ}\text{C}$  dan  $70^{\circ}\text{C}$  *flowrate* 0,13 kg/s efisiensi LMTD 7% dan 7,77% untuk NTU 9,6 % dan 10,59%.
2. Efisiensi terbaik didapatkan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  dan  $70^{\circ}\text{C}$  dengan flow rate 0,22 kg/s, sedangkan efisiensi terendah ditemukan pada flow rate 0,13 kg/s. Faktor utama yang memengaruhi hasil ini adalah turbulensi pada flow rate tinggi, yang meningkatkan perpindahan panas secara signifikan.
3. Temuan efisiensi yang dilakukan ini dipengaruhi oleh berbagai variabel termasuk ketidakseimbangan aliran fluida, kehilangan panas ke lingkungan, desain penukar panas, atau kemungkinan *fouling* pada permukaan tabung. \

#### 5.2. Saran

Perpindahan panas merupakan sebuah fenomena yang sangat perlu diteliti dan dimengerti pada uji alat heat exchanger shell and tube. Pada eksperimental ini perlu adanya pengembangan dan diperluas agar mendapatkan hasil yang terbaik. Oleh karena itu, Adapun saran yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan dan penelitian berikutnya:

1. **Optimalisasi Parameter Operasional** Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan parameter operasional seperti laju aliran fluida panas dan dingin, perbedaan suhu masuk/keluar, serta tekanan operasi. Hal ini dapat membantu menentukan kondisi terbaik yang menghasilkan efisiensi perpindahan panas maksimum pada heat exchanger.
2. **Peningkatan Isolasi Termal** Disarankan untuk menggunakan material isolasi termal berkinerja tinggi pada seluruh bagian heat exchanger untuk meminimalkan kehilangan panas ke lingkungan. Studi tentang jenis material isolasi dan ketebalan optimal dapat dilakukan untuk mencapai efisiensi termal yang lebih baik.
3. **Perawatan dan Pengendalian Fouling** Rekomendasi untuk mengembangkan prosedur perawatan rutin yang terjadwal guna mengurangi pengotoran umur alat.
4. **Pengujian dengan Variasi Fluida Kerja** Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan mengganti fluida kerja menggunakan jenis fluida dengan kapasitas panas spesifik yang lebih tinggi atau fluida berbasis nanofluid, untuk melihat pengaruhnya terhadap efisiensi perpindahan panas.
5. **Simulasi dan Validasi dengan Perangkat Lunak** Mengintegrasikan eksperimen dengan simulasi berbasis perangkat lunak (CFD - Computational Fluid Dynamics) untuk mempelajari distribusi aliran dan pola perpindahan panas di dalam heat exchanger. Validasi hasil simulasi dengan data eksperimen dapat memberikan wawasan mendalam tentang peningkatan desain.
6. **Pengujian dalam Kondisi Operasional yang Berbeda** Melakukan pengujian pada kondisi operasional yang berbeda untuk mengetahui jenis aliran dan tekanan, serta memahami fleksibilitas kinerja alat di berbagai aplikasi industri.
7. **Pengembangan Sistem Kontrol Otomatis** Penelitian untuk mengintegrasikan sistem kontrol otomatis yang lebih baik atau PLC guna memantau dan mengoptimalkan parameter operasional.